

Джон О'М. Бокрис
Т. Неджат Везироглу
Дебби Смит
СОЛНЕЧНО-ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГИЯ
Сила, способная спасти мир

SOLAR HYDROGEN ENERGY

The POWER to save the Earth

JOHN O'M. BOCKRIS
AND
T. NEJAT VEZIROĞLU
WITH DEBBI SMITH

ILLUSTRATED BY HEIDI WEISS

First published in 1991 by
Macdonald Optima, a division of
Macdonald & Co. (Publishers) Ltd
London

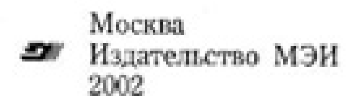
Джон О'М. Бокрис
Т. Неджат Везироглу
Дебби Смит

СОЛНЕЧНО-ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГИЯ

Сила, способная спасти мир

Иллюстрации Хейди Вейс

Перевод с английского Д.О. Дуникова



Москва
Издательство МЭИ
2002

УДК 620.92
ББК 31.27-01
Б 786

Научный редактор перевода на русский язык — С.П. Малышенко

Бокрис Дж.О'М., Везироглу Т.Н., Смит Д.Л.

Б 786 Солнечно-водородная энергия. Сила, способная спасти мир / Пер. с англ. Д.О. Дунилова. —М.: Издательство МЭИ, 2002. — 164 с., ил.

ISBN 5-7046-0904-X

ISBN 5-7046-0904-X

Оглавление

Предисловие к первому изданию

Уровень загрязненности атмосферы медленно, но непреклонно повышается, в результате чего серьезно разрушается биосфера Земли — единственной известной нам планеты, пригодной для жизни. Последствия глобального потепления, кислотных дождей и прочих загрязнителей необъятны и, в большинстве своем, разрушительны для людей, живущих на ней, а также для ее флоры и фауны.

Содержание углекислого газа и других загрязнителей, таких как угарный газ, окислы серы или азота, углеводороды, сажа и копоть, увеличивается из-за того, что мы добываем энергию, сжигая нефть, природный газ и уголь. Нам необходимо покончить с зависимостью от ископаемых топлив, которые день за днем ухудшают экологическую обстановку.

В этой книге впервые дается подробное и ясное описание того, ЧТО МОЖЕТ БЫТЬ СДЕЛАНО для разрешения проблемы, а также как Вы, читатель, можете участвовать в этом.

Джон Бокрис
Неджат Везироглу
Дебби Смит

Предисловие для российских читателей

Запасы ископаемых топлив (то есть нефти, природного газа и угля), которые сейчас покрывают большую часть мировых потребностей в энергии, быстро истощаются. Ожидается, что в течение 20 лет добыча нефти и угля достигнет своего пика, а затем начнет снижаться. И хотя запасы угля велики (их может хватить на несколько сотен лет), вполне возможно, что мы не сможем их использовать, поскольку хотим защитить окружающую среду.

У ископаемых топлив есть и другой недостаток. Продукты их сгорания вызывают такие глобальные проблемы как парниковый эффект, деградацию озонового слоя, кислотные дожди и загрязнения, причиняющие окружающей среде громадный ущерб, угрожая в конечном счете жизни на нашей планете. Основной результат сгорания ископаемых топлив — выбросы углекислого газа (CO_2) — вызывает изменения климата, которые в свою очередь приводят к природным бедствиям, например, более мощным и частым ураганам, наводнениям и засухам. Эти катастрофы подрывают мировую экономику. Страховые компании, устав терять с начала 1980-х годов деньги на выплаты компенсаций за ущерб от подобных бедствий, уже отказываются страховать промышленные предприятия, деловые начинания, здания и дома в определенных географических районах и (или) увеличивают размеры взносов.

Более четверти века тому назад на Майамской конференции по водородной энергетике и экономике (THEME, 18—22 марта 1974 г.) небольшая группа ученых выступила с предложением о создании Водородной Энергетической Системы в качестве решения взаимосвязанных энергетических и экологических проблем.

Водород является чрезвычайно эффективным и чистым топливом. Сжигая его, мы не будем производить никаких парниковых газов, никаких химикатов, разрушающих озоновый слой, никаких веществ (или существенно меньшее их количество), вызывающих кислотные дожди и загрязнение окружающей среды. Водород, полученный с помощью возобновляемых источников энергии, даст нам вечную энергетическую систему, которую больше не нужно будет изменять.

Предлагаемая книга в доступной для широкого круга читателей форме описывает основные идеи *Солнечно-Водородной Энергетической Системы.* Прочитав ее, Вы тоже станете сторонником водородной энергетики. Книга уже переведена на китайский, японский, польский и испанский языки. Ее русский перевод поможет донести концепцию Солнечно-Водородной Энергии до значительной части населения мира, что, несомненно, поможет ускорить переход к водородной экономике и ее достойному будущему человечества.

Т. Неджат Везироглу

Об авторах

Джон О'М. Бокрис

С 1983 г. является почетным профессором Техасского университета. Будучи родом из Южной Африки, он закончил Имперский колледж в Лондоне, где и проводил свою исследовательскую работу вплоть до отъезда в США в 1953 г. После того, как почти два десятилетия он состоял профессором на химическом факультете Пенсильванского университета, был назначен главой факультета физической химии во Флиндерсовском университете в Южной Австралии, где в 1975 г. стал одним из организаторов Международной ассоциации по водородной энергетике. За свою деятельность профессор Бокрис был неоднократно удостоен многих международных наград, является автором большого числа книг и статей.

Т. Неджат Везироглу

Директор Института исследования проблем чистой энергетики при Майамском университете и главный редактор Международного журнала по водородной энергетике. Он родился в Турции, учился в Имперском колледже в Лондоне. В 1962 г. стал работать на инженерном факультете университета Майами и занимал там ряд должностей вплоть до того, как стал директором Института исследования проблем чистой энергетики. Доктор Везироглу в 1974 г. организовал первую международную конференцию по водородной энергетике и был одним из организаторов Международной ассоциации по водородной энергетике, основанной в 1975 г. Он написал множество научных статей, выступал с лекциями по всему миру и получил несколько международных наград за свои исследования.

Дебби Смит

Стала активисткой движения против загрязнения окружающей среды в 1968 г., когда будучи еще школьницей написала письмо губернатору Рональду Рейгану, протестуя против загрязнения атмосферы в воздушном бассейне Лос-Анджелеса, где она тогда жила. В 1981 г. она стала ассистентом, а с 1985 г. — консультантом в Центре водородных исследований Техасского университета. Кроме того, она является консультантом Центра электрохимических и водородных исследований, лоббистом по водородным исследованиям и разработкам, менеджером Национальной водородной ассоциации США.

Благодарности

При подготовке этой книги многие оказали нам помощь и поддержку. Мы с благодарностью отмечаем проявленный интерес и советы исследователей, наших коллег, и в их числе Найджела Пакхэма и Джефри Васса из Техасского университета, Роберта Дж. Адта, Франо Барбира, Джерома Катца, Акиры Митсуи, Гарольда Дж. Пласса, мл., Шерифа А. Шерифа и Майкла Р. Свейна из Майамского университета, Питера Хоффмана и Куртиса А. Мура из Вашингтона. Особая благодарность нашей весьма талантливой художнице Хейди Вейс за ее высокохудожественные выразительные иллюстрации.

Хотелось бы также выразить нашу искреннюю признательность за перепечатку рукописей Донне Дж. Пресли и Джейни Лейманн.

И в конце, но отнюдь не в последнюю очередь, мы хотим сказать спасибо своим супругам за их поддержку и понимание в течение всего процесса создания этой книги.

Джон Бокрис
Неджат Везироглу
Деббн Смит

Предисловие научного редактора перевода

Среди книг, посвященных водородной энергетике, эта занимает особое место. Во-первых, потому что двое из трех ее авторов принадлежат к кругу «отцов-основателей» этой концепции и Международной ассоциации водородной энергетики (МАВЭ), объединяющей специалистов многих стран, во-вторых, потому что книга рассчитана на самые широкие круги читателей, главным образом на тех, кто впервые узнает об этой проблеме. Несмотря на то, что первое издание этой книги вышло более 10 лет назад, она не только не устарела, но ее актуальность со временем возрастает в связи с существенным развитием новых водородных технологий. Многое из того, о чем авторы говорили в 1991 г. как о перспективе, сегодня существует в виде промышленных, опытно-промышленных или экспериментальных изделий. В ряде стран возникли фирмы, специализирующиеся в этой области, начинает формироваться международный рынок новых водородных технологий. Водородная энергетика, воспринимавшаяся многими специалистами 25 лет назад как далекая полуфантастическая перспектива, сегодня характеризуется в научных, промышленных и правительственных кругах многих стран как необходимая составляющая энергетики близкого будущего. В США, Канаде, Германии, Японии, Китае и многих других странах приняты и реализуются обширные государственные программы исследований и разработок в области водородной энергетики и технологии. В рамках международного сотрудничества рядом стран выполняются крупные исследовательские проекты, такие как «Международная экологически чистая энергетическая система, использующая водород» (WE-NET, Япония), «Солнечно-водородная энергетика» (HYSOLAR, Германия и Саудовская Аравия), «Евро-Квебек гидроводородный пилотный проект» (страны ЕЭС и Канада), «Европейский водородный проект» (страны ЕЭС) и ряд других. Понятно, что столь крупномасштабные и социально значимые исследовательские программы и проекты не могут должным образом выполняться без активной поддержки общества. Такая поддержка существует и расширяется: в США, Канаде, Германии, странах ЕЭС, Китае, Аргентине, Корее, Индии и многих других странах существуют общественные организации, поддерживающие это направление, — национальные

ассоциации водородной энергетики, работающие во взаимодействии между собой, а также с МАВЭ и Европейской ассоциацией водородной энергетики. Большой вклад в организацию широкой общественной поддержки этого направления принадлежит научно-популярным изданиям, среди которых книга Н.Т. Везироглу, Дж. О.М. Бокриса и Д. Смит является наиболее распространенной и цитируемой. Это одна из главных причин, побудивших нас перевести эту книгу и сделать ее максимально доступной российским читателям.

Российские специалисты имеют серьезные достижения в области создания новых экологически эффективных водородных технологий. О некоторых из них рассказано в этой книге. Первый самолет-лаборатория на жидководородном топливе, крупнейший ракетный комплекс «Энергия-Буран» и инфраструктура обеспечения его жидким водородом, экспериментальный водородный гиперзвуковой прямоточный реактивный двигатель, новые плазмохимические технологии производства водорода, экспериментальные автомобили различных типов на водородном топливе и бензо-водородных смесях, экспериментальные водородо-кислородные парогенераторы, опытные образцы топливных элементов различных типов и промышленные щелочные топливные элементы специального назначения для морского флота и ракетно-космических систем, новые типы сплавов-поглотителей водорода и опытные образцы металлогидридных аккумуляторов водорода — вот далеко не полный перечень того, что создано отечественными учеными и инженерами к концу XX столетия. Сегодня большинству из тех, кто это создавал, за пятьдесят, и успешное развитие этого направления в дальнейшем в нашей стране зависит не только от обеспечения достойного финансирования этих работ со стороны государства, но и от того, насколько активно будут участвовать в этих работах молодые исследователи и инженеры. Если эта небольшая книга будет способствовать привлечению их к этому перспективному направлению разработок и поможет обществу осознать большую социальную значимость этих работ, авторы, переводчик и издатели будут считать свою задачу выполненной.

С.П. Малышенко,
заместитель председателя
Координационного совета
по водородной энергетике
и технологии Минпромнауки РФ

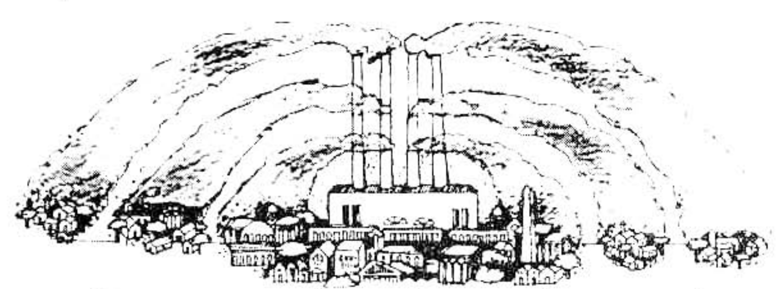
Часть 1

1 ВВЕДЕНИЕ

Все чаще и чаще мы узнаем из средств массовой информации, слышим в частных разговорах, что наша атмосфера загрязняется и гибнет под действием факторов, находящихся вне нашего контроля, но в появлении которых мы принимаем самое живое участие. Например, мы все слышали о парниковом эффекте, о том, что на Земле понемногу становится теплее, и моря постепенно выходят из берегов из-за того, что полярные льды тают. Но происходит не только это. Дождь, который должен проливаться бальзамом на измученную жарой землю, несет с собой все больше и больше кислот — в озерах погибают рыбы, гибнут леса и даже здания разваливаются, уступая атакам кислотных дождей. И чем больше загрязнение, тем больше страдает здоровье людей.

В то же время правительства всех стран встречают такое наступление на атмосферу лишь обещаниями и незначительными неотложными действиями. Главные из них — «изучение последствий», и это в то время, когда — как утверждается в этой книге — последствия хорошо известны уже давным-давно.

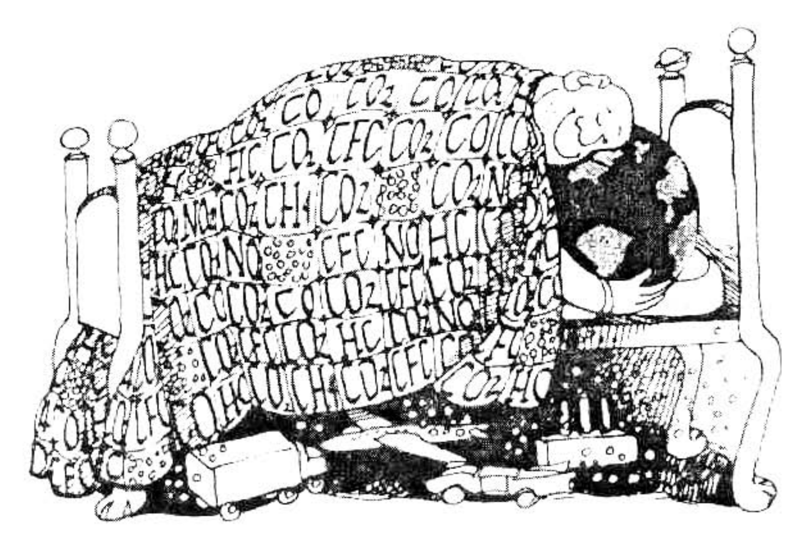
Время от времени обещаются и природоохранные меры: уменьшение содержания серы в топливе, увеличение высоты заводских труб, чтобы дым уносило подальше от городов. Но о главной проблеме никто не вспоминает — нам нужно избавиться от углерода в используемых нами сейчас топливах, чтобы они не производили углекислый газ, тот самый, который в ответе за глобальное потепление.



Дым из высоких заводских труб уносится далеко от города

Если мы посмотрим на топлива как на химические соединения, то увидим, что в основном они состоят из двух элементов — водорода и углерода. В действительности из них двоих для получения энергии нам нужен только водород, ведь именно он, соединяясь с кислородом воздуха во время горения (как раз в процессе горения и производится тепловая энергия, которую мы используем не только для обогрева, но и для получения наиболее универсальной ее формы — электрической), дает в результате безвредный водяной пар. Тем не менее, поскольку углерод (как и другие химические элементы) содержится в ископаемых топливах, используемых в настоящее время, он присутствует в выхлопных газах и выбросах труб в форме газообразного диоксида углерода (углекислого газа или CO_2).

В течение многих лет огромное количество CO_2 было выброшено в атмосферу. Он действует так же, как и стекло в парнике, задерживая тепло внутри атмосферы Земли, что приводит к глобальному потеплению. Пока что этот эффект не велик, быть может полградуса или около того, но постепенно температура будет повышаться. Летние месяцы в последние годы показывают, что заметное потепление уже не за горами, и, поскольку продолжается использование содержащих углерод топлив, мы не можем ожидать от будущего ничего, кроме усиливающейся удушливой жары. В этой книге мы попытаемся раскрыть причины потеп-



ления и расскажем о том, что может случиться, если человечество и дальше будет использовать углеродные топлива на транспорте и фабриках. Мы попытаемся перейти от подобного мрачного сценария к более радостному, покажем, что нет необходимости в применении таких топлив, ведь их можно заменить другими, не содержащими углерод, источниками энергии. Это забота правительства, но так произойдет только в том случае, если мы, простые люди, настоим на переменах. Наши оппоненты могут возразить, что перемены обойдутся слишком дорого, но это не так. Просто нужно переходить на чистые топлива постепенно, и тогда мировая экономика не испытает потрясений.

Таким образом, суть этой книги проста. Если мы будем продолжать сжигать содержащие углерод топлива, то погубим себя удушливой жарой. Но этого можно избежать. Свободные от углерода топлива существуют, они готовы к массовому использованию, однако люди должны потребовать начала их производства. Все средства для этого в ваших, читатели, руках.

2 КАК МЫ ПОЛУЧАЕМ ЭНЕРГИЮ СЕГОДНЯ

Не существовало какого-то глобального плана, согласно которому человечество училось использовать энергию — все произошло само собой. Поскольку наша потребность в энергии росла, постольку вырастало и ее производство, начиная от собирания сухого навоза дикарями и кончая технологиями сегодняшнего дня, основанными на нефти, газе и угле. Энергия дает нам тот комфорт, к которому мы все привыкли — и свет, и тепло; с ее помощью мы можем путешествовать на далекие расстояния по суше, воздуху и воде; строить фабрики и работать на них; производить облегчающие труд машины, начиная от посудомоечных и компьютеров и заканчивая электрическими зубными щетками. Однако пока потребление энергии росло и становилось все более и более комплексным, никто не обращал внимания на тот ущерб, который причиняется нашей планете.

В этой главе мы дадим краткое объяснение тому, что такое энергия и как мы получаем ее сегодня. Сначала же попытаемся дать определение энергии. Это не так уж и просто, все равно, что попытаться описать призрака. Мы не можем точно указать на энергию, не можем взвесить ее, но, глядя вокруг, вполне можем догадаться, что она рядом.

- Например, тепло — это не только источник обогрева. С помощью тепла можно вскипятить воду и получить пар, который будет крутить турбину электростанции и производить электричество. Таким образом, мы видим, что тепло является энергией.

- Голыми руками трудно гнуть металл, но когда две машины сталкиваются, их металлические части сминаются. В столкновении высвобождается энергия движения или кинетическая энергия, и ее достаточно, чтобы разбить машину.

- Еще одним хорошо всем известным источником энергии является запасенная (внутренняя) энергия. Она скрыта,

например, в угле, потому что, когда мы его сжигаем и он соединяется с кислородом из воздуха, появляется тепло. Оно кипятит воду, пар вращает турбину, и в результате мы получаем электроэнергию.

Итак, вы уже узнали о трех основных видах энергии — тепловой, кинетической и внутренней. Но есть еще два вида энергии, которые связаны с предыдущими тремя, — химическая и электрическая.

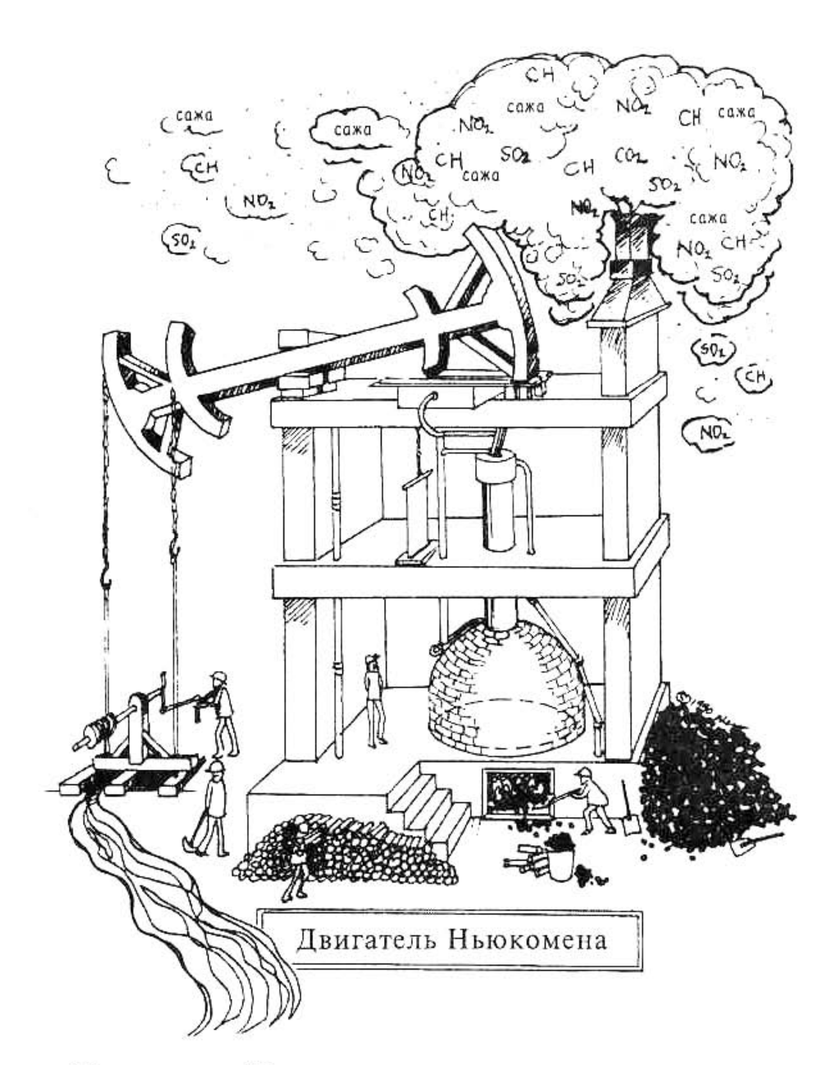
- Химическая энергия — это один из видов внутренней энергии, которая запасена в угле. Она высвобождается только во время химической реакции при соединении кислорода и угля. Этот процесс мы обычно называем горением.

- Электрическая — еще один вид энергии. При протекании некоторых химических реакций в веществе высвобождаются электроны, создающие электрический ток. Источником электричества, производимого таким образом, является, например, обычная батарейка. Электроэнергия также может быть получена при вращении витка проволоки в магнитном поле — так работает динамо-машина. И наоборот, электричество может создавать магнитное поле, по этому принципу работает электромотор, например, лифта.

Таким образом, существует множество видов энергии, и по мере того, как человеческое общество развивалось, развивались и способы ее получения и использования. Как вы поймете из последующих глав, наша основная беда заключается в том, что большинство топлив, используемых для получения необходимой нам энергии, содержат углерод.

От лошадиной силы до атомной энергии

При выполнении какой-либо работы древние люди могли рассчитывать только на свои мускулы. Первой попыткой заменить свои собственные мускулы было приручение животных, в первую очередь, лошадей, которые могли таскать повозки. Так мы начали измерять энергию в лошадиных силах — по числу лошадей, которых необходимо впрячь для выполнения работы.



Двигатель Ньюкомена

Двигатель Ньюкомена

Томас Ньюкомен одним из первых постарался заменить лошадь и повозку чем-то более совершенным и где-то около 1712 г. изобрел первый применимый на практике паровой двигатель. Это было однопоршневое устройство, которое приводилось в движение паром из котла, нагреваемого горящим углем. Двигатель был предназначен для откачивания воды из

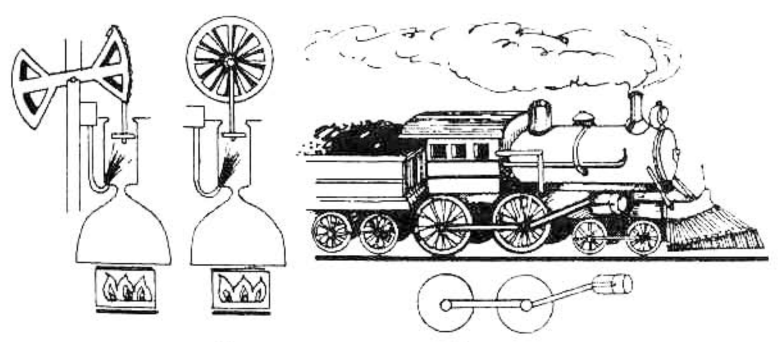
шахт. Это изобретение оказалось не только полезным для шахтеров, но и предвосхитило все последующие паровые двигатели.

Но мистер Ньюкомен не мог и представить себе, что его блестящее изобретение, так же как и все последовавшие за ним, будет выбрасывать в воздух диоксид углерода (углекислый газ). Через годы, по мере того как уголь и дрова, а позднее нефть и газ, сжигались, углекислый газ и другие химикаты понемногу накапливались в атмосфере и стали задерживать тепло. Такое явление теперь известно жителям планеты под названием парникового эффекта.

От насосов до поездов

Когда мы сжигаем уголь или дрова, то получаем тепло. Но как тепло — одна из форм энергии — превращается в механическую энергию, пригодную для совершения работы?

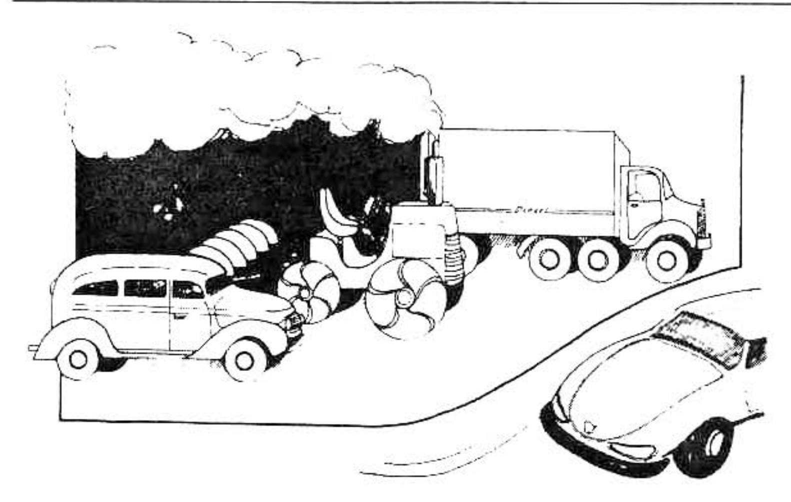
Идея машины Ньюкомена состояла в том, что вода нагревалась и кипела, а образующийся пар под давлением подавался в цилиндр с поршнем внутри. Когда пар под большим давлением попадал внутрь, он сразу пытался вырваться наружу, и единственным выходом для него было толкать поршень, вращая, таким образом, вал насоса. Если бы поршень был соединен с колесом, а не с насосом, колесо бы крутилось. Именно так и работал двигатель первого паровоза «Ракета», изобретенного в 1814 г. Джорджем Стефенсоном.



От насосов к поездам

Внутреннее сгорание вместо пара

В паровом двигателе Ньюкомена огонь полыхал снаружи котла, пламя лизало его оболочку, нагревая и испаряя воду внутри. Это было чересчур расточительно, потому что значительная часть тепла уходила в воздух, а конструкция двигателя была громоздка. Спустя некоторое время появился



От пара к внутреннему сгоранию

более компактный двигатель внутреннего сгорания, тот самый, который работает и в современных автомобилях.

Новый двигатель оказался более сложным в конструкции, потому что тепло должно было получаться в серии очень быстрых вспышек — одна вспышка на один ход поршня. Пар уже не годился, и для достижения успеха потребовалось соединить в цилиндре два газа, образовав взрывающуюся смесь, которая при расширении двигала поршень и вращала колеса. Повторяя такие взрывы с частотой примерно 50 раз в секунду, можно привести в движение автомобиль.

В двигателе внутреннего сгорания применяют смесь паров бензина и кислорода из воздуха. Искра заставляет их взрываться, и в результате газы (продукты сгорания), значительно более горячие, чем холодные пары бензина и кислород, стремятся занять как можно больший объем (потому что при нагревании газы расширяются). И опять же, двигать поршень — единственный способ сделать это. Поршень в свою очередь вращает коленчатый вал, который передает движение колесам.

Электричество

Задумывались ли вы над тем, как много устройств в вашем доме используют электричество? Электрические лампочки, телевизор, музыкальный центр и холодильник — первое, что приходит на ум. Но не стоит забывать и о кофеварке, фене, миксере, мясорубке или кухонном комбайне. В офисе или на другом рабочем месте множество задач выпол-

няют использующие электричество компьютеры, и зачастую к каждому из них подсоединен использующий электричество принтер. А ведь еще существуют электрические пишущие машинки, телетайпы, электронные весы и многое другое. По всему миру работы, ранее выполнявшиеся на заводах людьми, теперь все чаще поручаются роботам. И если на банковском документе есть факсимильная подпись, то велика вероятность того, что она была помещена туда с помощью электрической машины — протектографа. У большинства упомянутых вещей есть одно общее — они либо приводятся в действие либо как-нибудь еще зависят от электрического мотора.

Человека, который изобрел электрический мотор переменного тока — предшественника нынешних моторов, — звали Никола Тесла. Благодаря его изобретению, сделанному в 1888 г., маловероятно, что наша потребность в электричестве когда-нибудь начнет снижаться. Поэтому мы должны знать, как производится электричество.

Сегодня, как и в демонстрационных проектах XIX столетия, получение электрической энергии основано на угле. В 1866 г. Йохан фон Сименс изобрел динамо-машину, способную превращать тепловую энергию горящего угля в электричество. Сгорая, уголь нагревал воздух, который расширяясь, с силой толкал поршень, заставляя его вращать ротор, на котором были навиты провода. При вращении витка провода в магнитном поле в нем появлялся электрический ток. Принцип динамо-машины до сих пор остается одним из основных способов получения электричества, используемого нами для приведения в движение моторов, от которых мы так зависим, не говоря уже об устройствах вроде лампочек и телевизоров, где моторов нет.

Электричество — замечательный и гибкий носитель энергии, но все же не стоит губить окружающую среду ради наших стиральных машин или офисного оборудования. Поэтому мы должны найти способ производить электричество, не производя загрязнение.

Ядерная энергия — тепло и электричество

Энергия атомного ядра, которую рассматривали в качестве дешевого источника энергии без вредных выбросов, в наше время видится совсем не такой, как в конце 40-х и начале 50-х гг. XX века. Сегодня мы видим, что она стала очень дорогой из-за расходов на строительство, управление и содержание атомных электростанций.

Чтобы понять, как можно использовать ядерную энергию, нам для начала нужно узнать немного о строении атома. Он

очень похож на строение солнечной системы, но только на микроскопическом уровне. Атом состоит из двух частей. Ядро — это его центр, «солнце», вокруг которого вращаются электроны, совсем как планеты вокруг светила. Как раз электроны и их взаимное расположение создают энергию химической связи. Разница между химической и ядерной энергиями в частности заключается в их количестве, которое можно добыть из одинаковой массы топлива. Энергия, извлекаемая из ядра атома, в миллионы раз больше, чем та, которую мы получаем от электронов. Теперь вы понимаете, почему раньше думали, что ядерная энергия может быть очень дешевой.

После того как люди научились извлекать энергию, заключенную в ядре атома, и использовать ее не только в качестве оружия, были построены ядерные реакторы. Они основаны на том же самом принципе, что и паровые двигатели и двигатели внутреннего сгорания — энергия атома нагревает жидкость (обычно воду), образующийся пар поступает в турбины, вращающие роторы генераторов, производящих электричество. Главной особенностью ядерной энергии является то, что в ядерном топливе (уране) содержится больше «запасенной» энергии, чем в угле или нефти, и поэтому нужны сравнительно малые его количества. Но у атомной энергетики есть своя громадная проблема — радиация, которая, как известно, вызывает рак и чрезвычайно опасна.

Хорошие новости и плохие новости

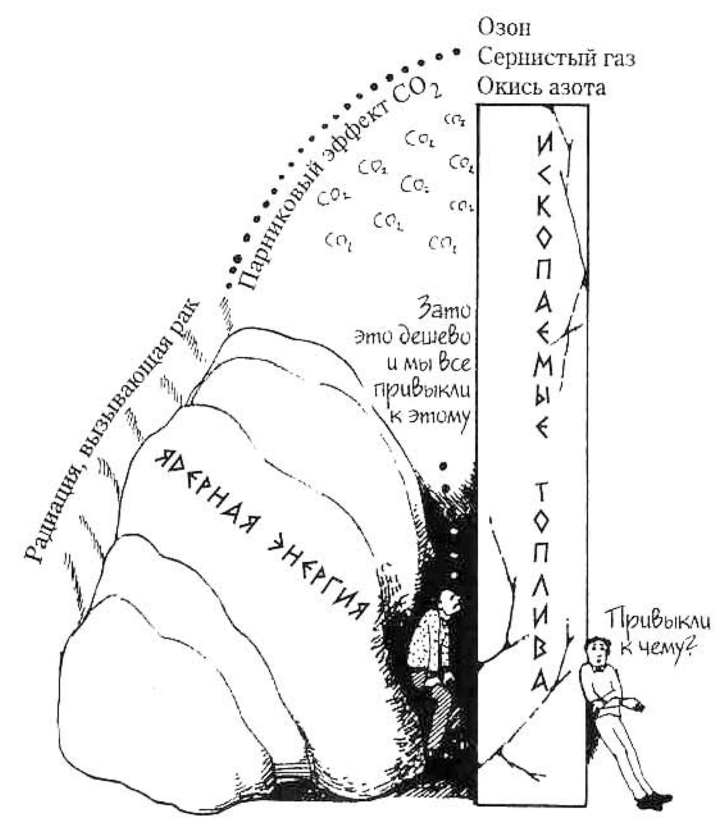
Мы описали основные способы получения энергии. По этому поводу мы можем сообщить вам две хороших новости: энергия получается достаточно дешевой, и у нас есть все необходимые системы и инфраструктура, чтобы продолжать и далее использовать нефть, природный газ и уголь.

Плохой же новостью является то, что хотя энергия и дешева, но ее производство отнюдь не безотходно, и, как вы узнаете из последующих глав, применение ископаемых топлив оказывает разрушительное действие на окружающую среду и наше здоровье.

Рассмотрим все по порядку и более детально. Ископаемые топлива образовывались из гниющих деревьев и растений, которые в свою очередь усваивали солнечную энергию в процессе фотосинтеза. Поскольку эта энергия уже собрана и упакована самой природой, на что ушли миллионы лет, потому-то

она и дешева. Можно сказать, что природа преподнесла нам подарок — нечто вроде начального капитала — на основание и развитие цивилизации. Тем не менее, пришло время перестать растрачивать наше состояние, не задумываясь о будущем. Мы не можем ждать до тех пор, пока оно закончится, а затем рыдать и говорить, что нам нужно еще. Запасов ископаемых топлив осталось на относительно небольшое число лет, и, кроме того, продолжая сжигать их, мы загубим нашу планету и наше здоровье. Согласитесь, что это не слишком мудрая политика.

Мы должны понять, что нам надо перестать рассчитывать на эти запасы топлива в будущем. Надо вкладывать средства в развитие новой, чистой, энергетической системы. Если наши



Между молотом и наковальней

3 - 75

усилия увенчаются успехом, наше будущее будет спасено. Мы сохраним наши природные богатства — ископаемые топлива — ради того, чтобы использовать их в небольших количествах для производства таких нужных вещей, как синтетические ткани, чернила, аспирин и многих других, которые мы не сможем производить, если запасы ископаемых истощатся.

3 ИСТОРИЯ ГИБЕЛИ — ЗАГРЯЗНЕНИЕ

В этой главе мы дадим беглый обзор неблагоприятных процессов, происходящих в биосфере планеты.

Несомненно, самое главное — покрывало CO_2, вызывающее парниковый эффект, т.е. нагрев планеты из-за того, что солнечное тепло задерживается в атмосфере. Но откуда берется углекислый газ?

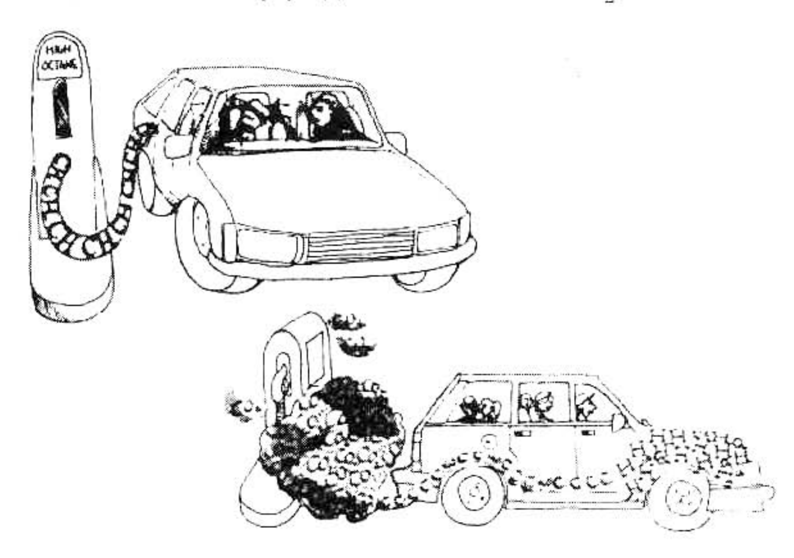
Наши топлива содержат углерод

Когда люди отказались от лошадей и повозок в пользу изрыгающих дым карбюраторных автомобилей, они даже и не задумывались об очистке нефти для повышения мощности машин. Тогда не было ни нефтеперерабатывающих заводов, ни топливовозов, ни заправочных станций. Другими словами, водить и заправлять автомобили было не таким простым делом, как теперь.

Сегодня мы можем позволить себе удовольствие жить в удалении от рабочих мест и ездить туда каждый день на автомобиле, но при этом нужно помнить, что помимо обычных цен на топливо есть еще и не видимая нашему глазу цена, которую мы платим каждый день за все увеличивающееся потребление бензина. Ту же цену мы платим за сжигание угля при получении электричества или за переработку угля на синтетическое топливо, которое придется использовать человечеству, когда запасы нефти подойдут к концу. Ведь все основные на сегодняшний день топлива содержат углерод, и, следовательно, воспламеняясь и сгорая, они выделяют CO_2 — углекислый газ, вызывающий парниковый эффект.

Долгие годы углекислый газ рассматривался как безобидный, если, конечно, его не вдыхать в слишком больших количествах, поскольку он не ядовит и не вызывает рак. К тому же, даже когда CO_2 выбрасывается в атмосферу в громадных коли-

чествах (например, во время извержения вулканов), различные процессы, подобные фотосинтезу, во время которого растения преобразовывают углекислоту в сахара, поддерживают содержание CO_2 в воздухе на приемлемом уровне. Более того, растения и, следовательно, все живое, не смогут существовать без углекислого газа. Так что же плохого в том, что при движении автомобиля в атмосфере добавится немного CO_2?



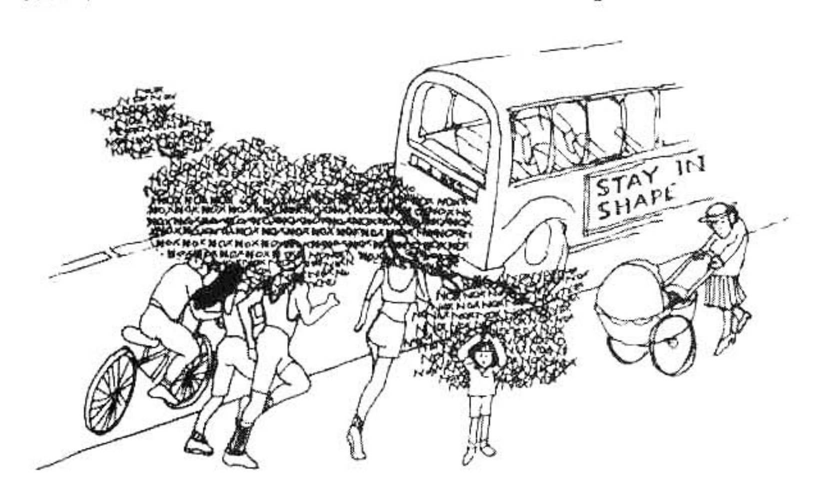
Однако к 70-м гг. прошлого века, ученые стали понимать, что громадное количество CO_2, выбрасываемое в атмосферу автомобилями и фабриками, причиняет вред планете, на которой мы живем, вред очень большой и с годами все более увеличивающийся. Позднее многие люди осознали эту опасность. Но к несчастью наша топливная и энергетическая системы оказались хорошо развиты, и никто не хотел изменять их.

Соединения азота и кислорода

Есть и еще одна серьезная напасть.

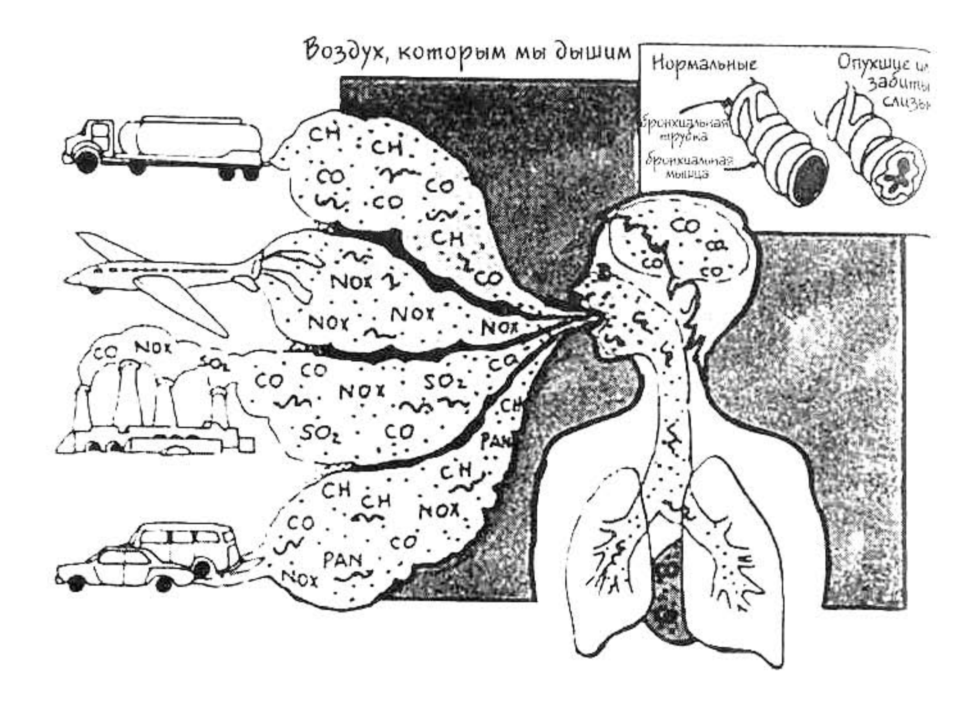
Основным методом производства энергии для нашего технологически развитого общества является получение тепла в процессе сгорания. Мы получаем это тепло, добывая углеродосодержащие топлива и сжигая их в воздухе — смеси кислорода и азота. Основными продуктами этого процесса являются

углекислый газ (CO_2) и водяной пар (H_2O). Но одновременно происходят и другие химические реакции, о которых мы зачастую не вспоминаем. Азот воздуха соединяется с кислородом, образуя газ NO_X. Он представляет собой смесь двух различных газов, окиси азота и закиси азота (NO и NO_2).



В отличие от CO_2, NO_X атакует нас напрямую. В легких, когда мы вдыхаем загрязненный воздух, он превращается в кислоту. Основной физиологический ущерб NO_X причиняет, понемногу пожирая губчатую ткань легких, уменьшая тем самым их объем, и, таким образом, все меньше и меньше кислорода попадает в нашу кровь. В конце концов это может привести к смерти, но сначала человек начинает испытывать недостаток кислорода и страдать от хронических легочных и бронхиальных заболеваний, таких как эмфизема. К примеру в воздушном бассейне южного побережья США, недалеко от Лос-Анджелеса, главнейшую угрозу человеческому здоровью составляют как раз NO_X и PAN, кислотосодержащий компонент бензина, а отнюдь не CO_2.

Таким образом, сжигание углеродосодержащих топлив вызывает не только нагрев атмосферы и последующий перегрев планеты; при этом образуются вредоносные вещества, которые губительны для нашего здоровья: они забивают бронхиальные трубки и способствуют развитию легочных заболеваний. Увеличивающееся количество NO_X в атмосфере плане-



ты губит не только нас, но и деревья, которые постепенно теряют сопротивляемость болезням и медленно умирают.

Пагубные последствия от серы, содержащейся в угле и нефти

Не все знают, что уголь и нефть, основные типы углеродосодержащих топлив, содержат серу. В нефти ее меньше, чем в угле, но она все же есть, и при их сжигании, например, для производства электричества, заодно выделяется и сера.

Она выделяется в форме сернистого ангидрида SO_2, который действует на человеческое здоровье, особенно на респираторные органы, подобно NO_X. А когда ангидрид попадает в атмосферу, он продолжает окисляться до триоксида серы (SO_3) и, соединяясь с дождевой водой, образует серную кислоту, которая вместе с дождем проливается на землю.



Опасность зависимости от угля

Нам говорят об угле как об основном топливном запасе, миллиарды тонн которого хранятся под землей. Если добыча нефти на Ближнем Востоке начнет снижаться, и мы больше не сможем получать топливо оттуда, у нас все же останется возможность выкапывать из-под земли уголь. Но ведь зависимость от угля будет значительно более опасной с экологической точки зрения, чем зависимость от нефти, тоже весьма скверной в этом смысле. Замена бензина на уголь многократно увеличит проблемы окружающей среды выбросом серы,

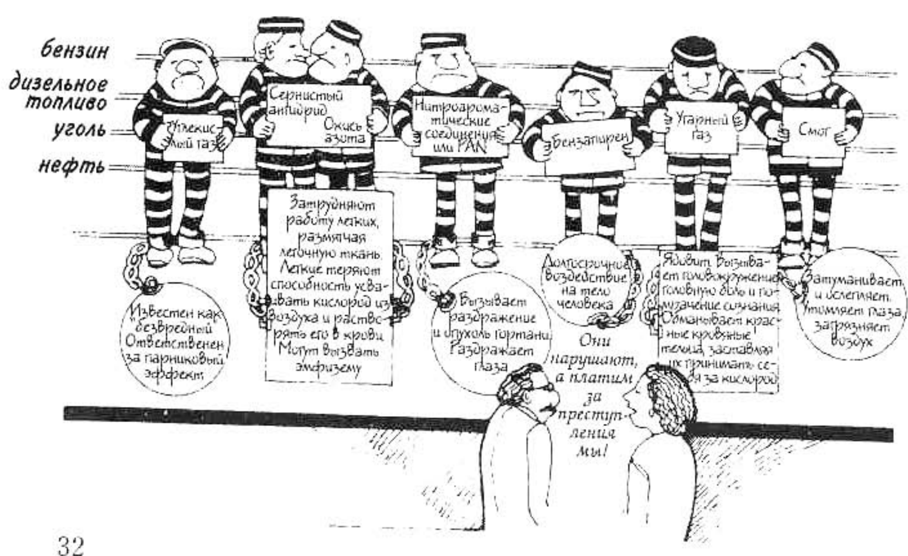
образующей серную кислоту, и летучей золы, которая заполняет атмосферу мелкими частицами и вызывает смог.

И даже если у нас есть большие запасы угля, которых хватит более чем на 100 лет (многие эксперты утверждают это, а некоторые заявляют, что и на все 500 лет) — все равно не стоит их сжигать из-за того ужасающего загрязнения, которое они могут причинить.

Другие загрязняющие вещества

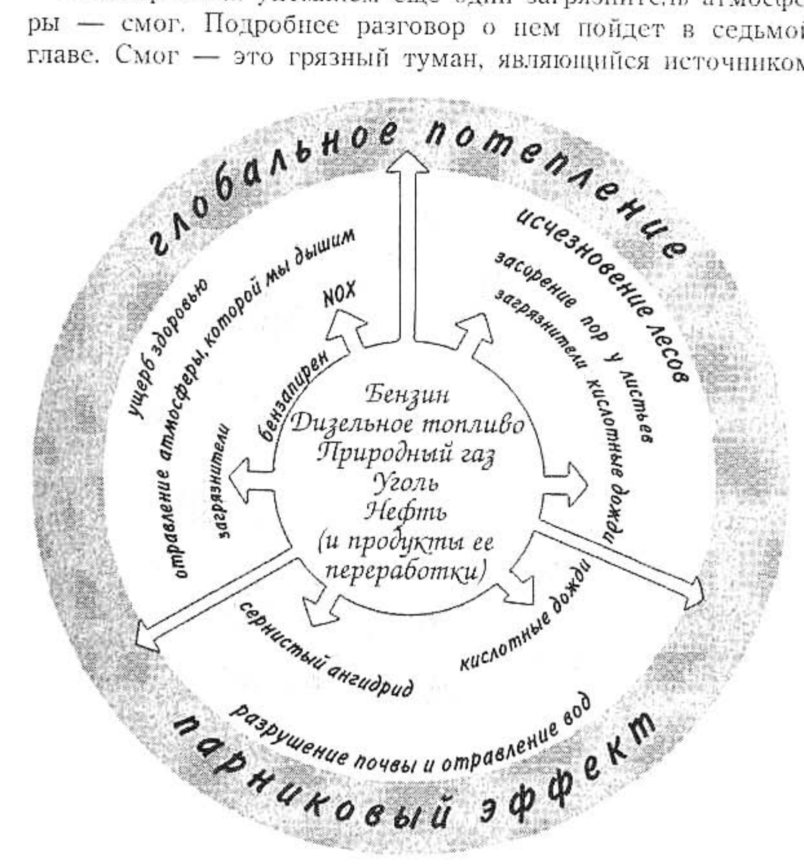
Есть еще одна группа загрязнителей, появляющаяся в результате сгорания бензина, называемая нитроароматическими соединениями, а в англоязычной литературе — PAN. Это весьма отвратительные вещества — от них опухают голосовые связки и раздражаются глаза. Если PAN вдыхать достаточно часто, то появится жжение в груди и затрудненное дыхание.

Следующее вещество, которое хотелось бы упомянуть — это бензапирен, и, если рассматривать длительное воздействие на организм, он окажется наихудшим из всех упомянутых. Такую репутацию он получил потому, что именно из-за него курение вызывает рак легких. Следует добавить, что пока неизвестно, может ли он вызывать рак, если вдыхать выхлопы дизельных двигателей, но мы точно знаем, что бензапирен там присутствует.



Сжигая бензин, дизельное или другое углеродосодержащее топливо, мы встречаемся с еще одной проблемой — угарным газом (CO) или оксидом углерода. От диоксида он отличается очень сильно. Угарный газ ядовит, а углекислый — нет. Именно им отравляются люди, вынужденные вдыхать выхлопные газы, когда нет достаточной вентиляции; присутствует он и в смоге. При дыхании угарный газ вызывает головную боль, головокружение и помрачение сознания. Его молекулы обманывают красные кровяные тельца, которые принимают его за кислород, и несут яд от легких к мозгу и сердцу, ошибочно питая эти жизненно важные органы оксидом углерода.

В завершении упомянем еще один загрязнитель атмосферы — смог. Подробнее разговор о нем пойдет в седьмой главе. Смог — это грязный туман, являющийся источником



Последствия загрязнения

целого букета неприятностей. Например в воздушном бассейне южного побережья США, он образует постоянную дымку, утомляя глаза. Время от времени смог становится настолько плотным, что, по сообщениям авиабазы Эдвардс, где приземляются «Шаттлы», сильно затрудняет видимость.

Поскольку смог содержит все вышеупомянутые вещества, и нет такого большого города, где бы его не было, значительная часть населения страдает от нездорового воздуха. А вы?

Прочие последствия воздействия загрязнения на окружающую среду

Парниковый эффект, смог, проблемы со здоровьем — все это уже упоминалось, но есть и иные последствия загрязнения. Некоторые из них могут вас удивить.

Вредные вещества в воздухе могут убивать деревья, уничтожая целые леса. Это происходит из-за того, что они закрывают микроскопические поры на листьях, мешая деревьям осуществлять фотосинтез (процесс, с помощью которого растения питаются) и просто дышать (дыхание и есть тот процесс, при котором растения производят энергию). Еще один продукт нашей загрязненной атмосферы — кислотные дожди (им посвящена пятая глава). Мы рассказывали, что газы, полученные в результате сгорания нефти или угля и содержащие серу, соединяются с дождевой водой, производя разбавленную кислоту, которая воздействует на деревья и другие растения, обжигая листья и растворяя минералы в почве. Растения не способны отфильтровывать такие минералы, многие из которых вредны для них. Почва сама по себе становится перекисленной и не может производить нужные нам разнообразные злаки в необходимых количествах. Эти разрушительные последствия мы можем увидеть прямо сейчас. Что же готовит нам будущее, если мы не сможем усмирить кислотные дожди?

Откуда приходит загрязнение?

В прошлом правительства обычно заявляли, что никто не может знать наверняка, откуда возникает загрязнение. Проводилось множество исследований, а пока они не были закончены, финансирование разработок альтернативных источников

энергии и более чистых методов получения электричества откладывалось. Сейчас мы уже детально изучили причины загрязнения окружающей среды, и главная проблема совершенно ясна: в основном загрязнение воздуха происходит при сжигании современных топлив — угля, природного газа, нефти и продуктов ее переработки. Они испускают дым, копоть и множество других вредных составляющих в атмосферу. Электростанции, если они не атомные, используют уголь, нефть и природный газ для производства электроэнергии. То, что выбрасывается в воздух, зачастую содержит значительное количество серы, вызывающей в конечном счете кислотные дожди.

Еще один источник загрязнения — уничтожение отходов на мусоросжигательных заводах. Если мусор сжигают, не пытаясь уловить пыль и мелкие частицы золы, они поднимаются вверх и остаются в воздухе, становясь частью той грязи, которая образует смог, и выпадают на улицы городов вместе с осадками. Легко заметить, что в городах скапливается куда больше грязи, чем в сельской местности. Необходимо следить за тем, какие химические соединения образуются при сжигании различных пластиков, упаковок и иных ненужных вещей в мусоросжигателях, ведь в результате вредные вещества попадают в атмосферу вместе с выбросами фабрик.

Совершенно ясно, что все эти изрыгающие дым и частицы пыли мусоросжигательные печи, заводские трубы, выхлопные трубы автомобилей, дымоходы электростанций являются источниками загрязнения. Злого умысла в их строительстве, разумеется, не было. В то время, когда они сооружались, люди думали, что ущерб будет минимален, и выбросы легко рассеются в атмосфере, не причинив вреда.

Во что обходится загрязнение

Грязь, разрушения, перегрев, болезни, смог, возможный упадок сельского хозяйства, выходящие из берегов моря, затопление городов — вот те ужасы, которые могут стать реальностью. Но и сейчас загрязнение, вызванное углеродосодержащими топливами, приводит к дополнительным затратам в среднем в 1,3 американских доллара на галлон бензина*.

* В данном случае имеется ввиду американский галлон, равный 3, 785 л, (в Великобритании 1 галлон = 4,546 л).

Эти дополнительные затраты практически незаметны, они не бросаются в глаза и не вопиют, но тем не менее они существуют. Мы оплачиваем их постоянно, несмотря на то, что не делаем этого на бензоколонках. Цена на топливо приносит неплохие доходы торговцам нефтью, но она не включает в себя расходы на компенсацию ущерба, который причиняет нам его использование. Многие считают, что настало время начать учитывать реальную стоимость топлив, и в этом случае людям будет экономически выгоднее использовать чистые топлива, а углеродосодержащие просто не найдут себе места на рынке.

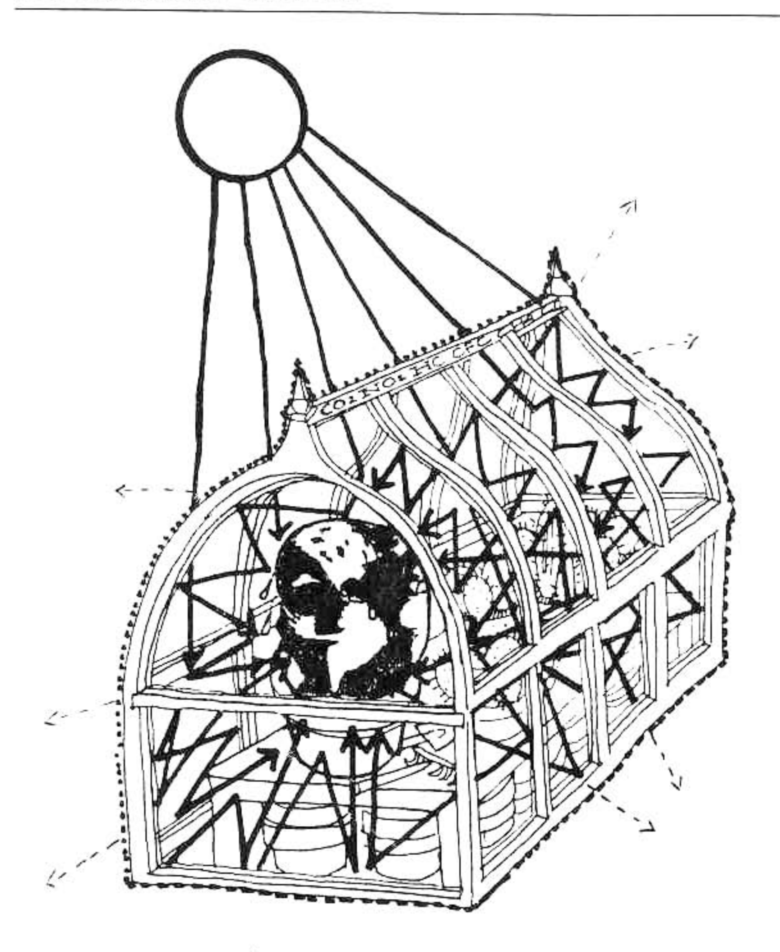
4 ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Что же в действительности представляет собой парниковый эффект, о котором все только и говорят?

Посмотрим на теплицу. Она сконструирована таким образом, что имеет прозрачную крышу и стены, которые обычно сделаны из стекла. Это позволяет солнечным лучам свободно достигать листьев растений, и, даже когда снаружи в самом разгаре морозная зима, умеренный или тропический климат внутри теплицы сохраняет растительность пышной и зеленой. Парниковый эффект действует тем же самым образом только в масштабах планеты. Некоторые атмосферные газы действуют как прозрачная крыша, и основным "парниковым газом" является углекислый газ, остальные — это метан, угарный газ, углеводороды, хлористые фторуглероды (CFC). Эти газы прозрачны, так что солнечное излучение свободно проходит сквозь атмосферу и достигает Земли. Но вот выходить наружу тепловому излучению с ее поверхности парниковые газы не дают. Так происходит потому, что парниковые газы поглощают энергию этого теплового излучения Земли (в отличие от солнечного излучения), нагревая тем самым атмосферу и вызывая всемирное потепление.

Нашей планете просто необходимо иметь некоторое количество CO_2 в атмосфере, чтобы поддерживать нужное для жизни количество тепла. Если мы бросим взгляд на наших ближайших соседей по солнечной системе — на Венеру, чья атмосфера содержит огромное количество диоксида углерода, и где очень жарко, и на Марс, где этого газа мало по сравнению с Землей и где чересчур холодно, — мы увидим, что Земля обладает вполне достаточным для поддержания жизни запасом CO_2. Поэтому мы отнюдь не хотим избавиться от всего CO_2, чтобы у нас стало холодно так же, как на Марсе. Но чем больше мы загрязняем воздух, тем ближе мы приближаемся к Венере, и нас это не может не беспокоить.

Среднемировая температура уже увеличилась на половину градуса за время научно-технической революции. Почему? Ты-



сячелетиями леса были и для многих остаются до сих пор основным источником топлива. Позднее, когда развитие цивилизации сделало это возможным, уголь заменил древесину в качестве важнейшего топлива, потому что он дает больше тепла, чем то же количество дров. Затем, в XX в., нефть начала вытеснять уголь из-за того, что она более удобна в транспортировании, хранении и переработке. Поскольку источники нефти постепенно начинают истощаться, все более важным энергоресурсом становится природный газ.

Несмотря на различия дерево, уголь, нефть и природный газ имеют одно общее свойство: основным продуктом их сгорания является CO_2. По мере роста населения и развития экономики увеличивалась потребность в энергии, и возросшее потребление

ископаемых топлив привело к повышению содержания CO_2 в атмосфере, что в свою очередь вызывает постепенное увеличение температуры планеты. Если, удовлетворяя наши растущие потребности, мы продолжим использовать ископаемые источники энергии, средняя температура Земли может повыситься к концу XXI столетия примерно на пять градусов. Как мы увидим далее, это вполне может повлечь за собой катастрофу.

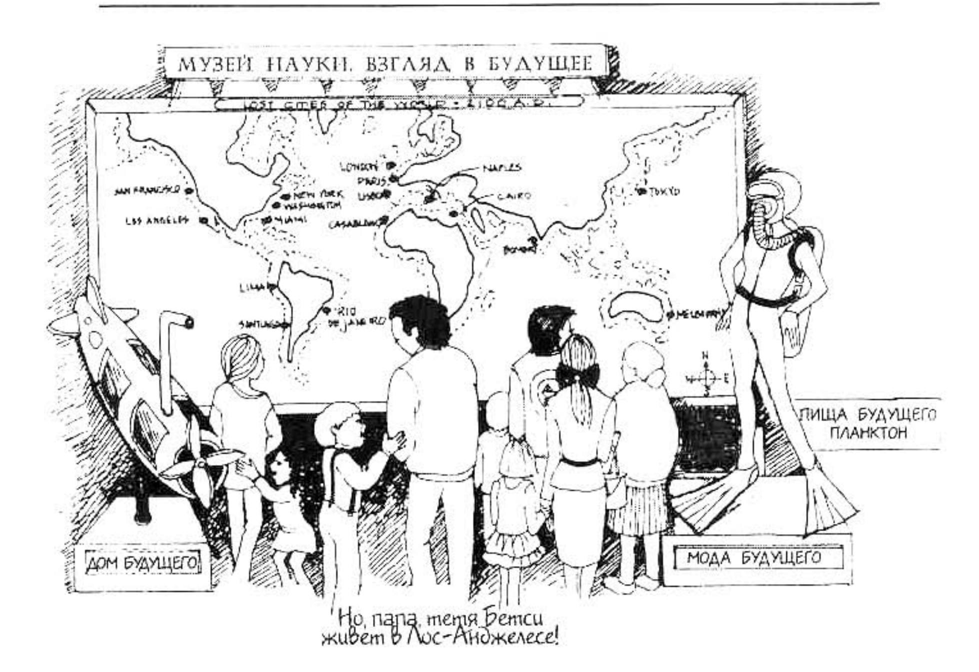
Наступающие океаны и ураганы-убийцы

С повышением температуры планеты шапки полярных льдов на северном и южном полюсах начали таять. Вдобавок повышение температуры заставляет отступать ледники и линию снежного покрова. Все это способствует повышению уровня океанов.

Измерения, проводившиеся в 243 точках по всему миру в течение более чем 30 лет, показали, что уровень океанов поднялся на 15 см. По оценкам специалистов океаны наступают со скоростью 1 см/год. В результате к концу XXI в. это может привести к повышению уровня воды на 1,8—2,4 м. Задумайтесь о городах на побережье, которые пострадают от такого потопа.

Существуют различные прогнозы относительно окончательного уровня океанов после завершения таяния, но даже согласно самым консервативным из них вода поднимется на 6—7 м по сравнению с сегодняшним уровнем. Такое повышение уровня приведет к затоплению прибрежных городов, где проживает немалая часть населения. Равнины на побережьях, эти наиболее плодородные земли, тоже скроются под водой. А если учесть, что население планеты постоянно возрастает и удваивается каждые 35 лет, станет ясно, что повышение уровня океанов приведет к резкому сокращению обитаемых и сельскохозяйственных земель.

Специалисты, например, оценили, что в Бангладеш более половины пригодных для жизни земель станут недоступны. Дельта Нила, наиболее населенный район Египта, включая Каир и Александрию, окажется под водой, оставив без домов 30 млн человек. Три четверти штата Флорида приблизится к фарватеру. Мальдивские острова в Индийском океане просто исчезнут с карты, да и проблема Венеции совсем не в том, что она погружается, а в том, что море поднимается.



Наиболее же катастрофичная версия событий заключается в концепции положительной обратной связи. Громадное количество CO_2 растворено в морской воде. Если благодаря избытку углекислого газа в атмосфере температура Земли повысится, то и верхние 70 м мирового океана тоже нагреются. Это высвободит часть растворенной углекислоты, которая усилит парниковый эффект, что повысит температуру морей еще сильнее, освободив еще больше CO_2 и так далее. Это можно назвать катастрофическим парниковым эффектом, и мы не можем этого допустить. Если же это произойдет, то самый безвредный загрязняющий газ станет для нас величайшим бедствием.

Существует не так много оценок того, во сколько обойдется потеря городов и земель. Одно ясно — это может стоить миллионы миллиардов долларов. Предлагалось, например, для защиты континентов от поднимающихся морей, соорудить вокруг них высокую дамбу подобную плотине в Нидерландах. Но эта дамба должна быть 9—10 м высотой; кроме того, должны быть построены огромные насосные станции, чтобы перекачивать через нее в океаны воду всех рек. Самые скромные оценки показывают, что на возведение дамбы должно быть потрачено около 70 трлн долл. Если

к этому добавить стоимость постоянной перекачки речной воды через плотину, мы увидим, что цена затрачиваемой энергии будет непомерно высока. Да и сомнительно, чтобы хоть какая-нибудь страховая компания застраховала такую дамбу. Стихийное бедствие вроде сильного землетрясения или урагана вполне может или разрушить ее, или вызвать потерю мощности у насосных станций, затопив обширные земли.

Но и это еще не все. По оценке специалистов повышение температуры поверхности морей на один градус уменьшит минимальное давление в центре ураганов на величину от 15 до 20 миллибар (1 миллибар = 0,001 атм.). Следовательно, потепление всего на несколько градусов может существенно увеличить как число, так и силу ураганов. Например ураган 1988 г. Гилберт, с давлением 885 миллибар в центре и скоростью ветра на периферии до 335 км/ч, был самым жестоким за всю известную историю человечества. Миллионы людей остались без крова, несколько сотен человек было убито, и ущерб оценивался не менее, чем в 10 млрд долл. И хотя каждый ураган не может быть записан на счет глобального потепления, можно ожидать, что их частота и свирепость (также как тайфунов и торнадо) увеличатся.

Засухи и наводнения

Парниковый эффект вызовет и другие климатические изменения. С повышением температуры Земли, скорость испарения с поверхности океанов, рек, озер и листьев растений тоже возрастет. Вследствие природного баланса большее испарение приведет к большему числу облаков и ливней. Недавно было замечено, что розы ветров меняются, изменяя географию выпадения осадков. Стали возможны засухи в тех местах, где дожди всегда были в достатке. Засухи, в свою очередь, могут подорвать сельское хозяйство (производство зерна и поголовья скота), подвергнуть опасности дикую флору и фауну и ухудшить качество и количество ирригационной и питьевой воды. Многие эксперты полагают, что случившаяся в 1988 г. в США засуха была прямым последствием парникового эффекта. Было установлено, что погибло зерновых на 5 млрд долл., в конечном счете удержанных с покупателей посредством выросших цен.

К несчастью, когда в одной части Земли свирепствует засуха, то, из-за баланса воды в природе, в другой происходит



наводнение, что наблюдалось, например, в 1988 г. В то время как в Соединенных Штатах, Центральной и Западной Африке было сухо, разрушительные наводнения произошли в других местах, в том числе в Бангладеш. Три четверти обитаемых земель этой страны были покрыты поднявшейся водой, которая не спадала несколько недель. Большая часть сельскохозяйственных культур погибла, множество домов было разрушено или стало непригодным для жилья, бессчетное количество мостов и участков дорог было смыто. И сколько еще лет нищеты предстоит испытать этой стране, и сколько инвестиций еще необходимо вложить, чтобы оправиться от этого бедствия.

Засухи и наводнения 1988 г. — примеры влияния малого повышения среднемировой температуры. Если мы заглянем в будущее, когда потепление будет измеряться уже несколькими градусами, масштабы этой проблемы станут очевидны всем.

Больше тепла — меньше энергии

Все генерирующие электричество станции используют воду для охлаждения и конденсации пара тепловых электростанций, работающих на угле, нефти, природном газе и ядерном топливе. Кроме того, она используется напрямую как источник энергии в гидроэлектростанциях. Например в США для охлаждения тепловых электростанций потребляется 950 млрд л воды в день, и 15 трлн л каждый день проходят через генераторы гидростанций, производя электричество.

В обычные годы воды вполне хватает для выработки энергии, однако период засухи может сильно повлиять на производство электроэнергии. Более того, чем жарче становится, тем сильнее может возрасти потребность в энергии (например, для кондиционирования воздуха). Но поскольку жара вызывает недостаток воды, выработка электричества может сильно сократиться.

Экономические последствия воздействия засухи на энергетику весьма существенны. Во время калифорнийской засухи 1977 г. Тихоокеанская газовая и электрическая компания понесла дополнительные затраты в размере 400 млн долл. сверх ожидавшихся издержек в 1,9 млрд долл. Причиной этих дополнительных затрат стал недостаток мощности ГЭС, который пришлось восполнять с помощью более дорогой, импортированной электроэнергии, произведенной на тепловых станциях.

Как мы видим, засухи снижают производительность как ГЭС, так и ТЭС, одновременно создавая повышенный спрос на электричество, что в свою очередь создает трудности для общества и приводит к громадным экономическим потерям.

Затрудненная навигация на реках

Другим последствием повышения температуры и засух является обмеление рек, что может сильно затруднить судоходство и увеличить стоимость перевозок.

Например, по Миссисипи перевозится до 15 % всех американских насыпных грузов. В течение засухи 1988 г. уровень воды понизился до рекордно низкого уровня, который не наблюдался с лета 1871 г. Из-за того, что баржам приходилось долго простаивать, грузопоток существенно снизился, а когда река обмелела ниже приемлемого уровня, судоходство остановилось окончательно. Это привело к недополучению прибыли примерно в 750 млн долл., а для перевозки насыпных грузов пришлось использовать другие, более дорогостоящие средства транспортирования — грузовики и железнодорожный транспорт, еще более увеличив экономические потери. Минимальные транспортные потери, вызванные засухой в бассейне Миссисипи, оцениваются примерно в 1,5 млрд долл. Следовательно, если мировая температура

будет расти, засухи станут распространяться шире, и убытки будут все увеличиваться и увеличиваться.

Человеческие потери

Необходимо упомянуть и об ущербе, причиняемом здоровью людей. Когда на улице необычайно жарко, а людям необходимо заниматься своими обычными делами, они часто забывают об осторожности. При этом повышается риск проявления сердечно-сосудистой недостаточности, причем, погибнуть могут даже вполне здоровые люди. И поскольку благодаря парниковому эффекту число рекордно жарких дней будет увеличиваться, будет увеличиваться и связанная с этим смертность.



Жарким летом 1988 г. в США в более чем 80 крупных и малых городах впервые в истории была зарегистрирована температура выше 38 °С, в результате чего от перегрева погибли 175 человек. В течение августа этого же года было зарегистрировано примерно сто смертей в средиземноморском регионе — в Испании, Италии и Греции. Можно предположить, что в странах третьего мира таких смертей было гораздо больше, однако скорее всего о них не сообщалось как ввиду плохого развития средств коммуникации, так и оттого, что никто не пытался выявить различия между естественной кончиной и смертью от перегрева.

В Нью-Йорке в июле 1980 г. показатели смертности в самый жаркий день были на 50 % выше, чем обычно (пожилые люди всегда страдают в такие дни). Исследования показывают, что когда температура превышает определенный предел (для Нью-Йорка он составляет 32 °С), смертность всегда повышается. Сегодня в целом по миру пороговая температура превышается, ориентировочно, в пяти с половиной процентах всех летних дней, но если добавить всего четыре градуса (даже не пять, как предсказывают к концу XXI века) более трети всех дней преодолеет этот порог. Следовательно, по всему миру каждое лето от высокой температуры будет погибать до 680 тыс. человек.

Стоит ли это того, чтобы продолжать использовать ископаемые топлива? Можем ли мы оставить такой мир нашим внукам?

Надо бы наперед подумать

Задумываться только о ближайшем будущем — вот одна из основных бед нашего общества. Лидеры и государственные деятели заботятся только о том, чтобы быть переизбранными, они строят планы только на те годы, когда будут у власти. Они не без основания думают, что если будут поступать так, как нам нравится, мы их изберем снова. Нам же пора бы задуматься о том, что будет не только с нами, но и со всем человечеством через 20, 30, 50 лет?

С каждым потерянным нами годом Земля становится на долю градуса теплее, и что будет с теми, кто сегодня только родился? Если мы задумаемся над этими вопросами, то поймем, что остановить парниковый эффект нужно вовремя. Мы

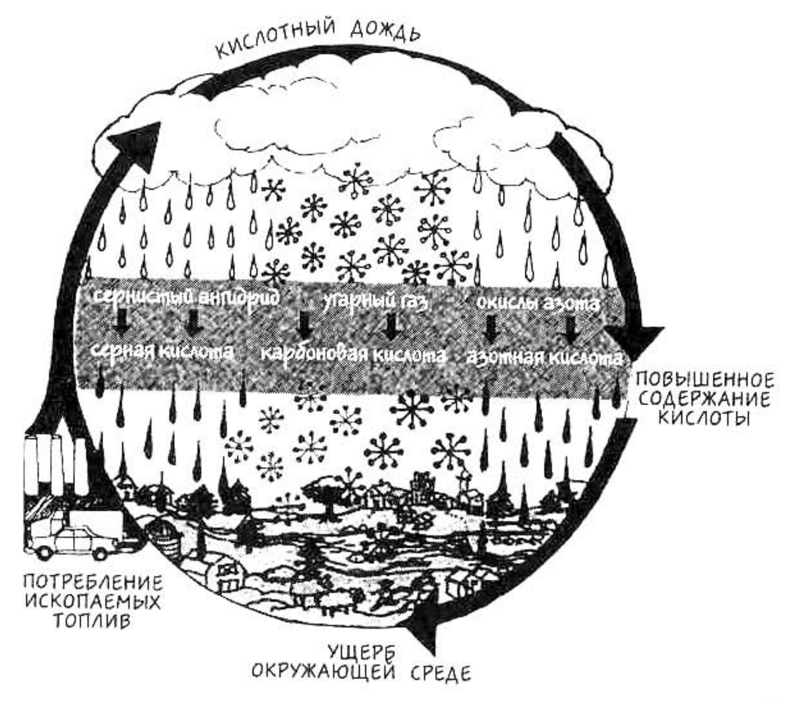
должны подумать о будущем, решить, чем мы заменим наши сегодняшние топлива, виновные в том, что положение постепенно становится безвыходным и опасным.

Многие говорят, что если мы откажемся от нашей привычки мыслить только короткими промежутками времени, подчиним себя будущему, мы незамедлительно получим ограничение нашей свободы выбора, что нарушает основные принципы демократии. Однако если без всяких мыслей о будущем мы принимаем решения, разрушающие окружающую среду, то под угрозой оказывается не только демократия, но и сама жизнь. Когда нас захлестнут последствия парникового эффекта, тогда уже не останется никакой свободы.

5

БЕЗУМИЕ КИСЛОТНЫХ ДОЖДЕЙ

Когда в облаках водяной пар конденсируется в капельки и (или) снежинки, они падают вниз и, соединяясь с загрязняющими газами, такими как окислы серы, азота и углерода, образуют растворенные кислоты — серную, азотную и угольную. Первые из них чрезвычайно едки и рассматриваются как основные виновники кислотных дождей. Тем не менее третья, угольная кислота, хотя и значительно более слабая по сравнению с первыми двумя, в действительности может быть более разрушительной из-за того, что образуется в больших количествах.



Дождь, несущий эти кислоты, выпадает везде — над озерами, реками, океанами, лесами, полями, нашими домами, фермами и прочими строениями. Все, вступающее в контакт с кислотами, подвергается их разъедающему воздействию. Они вредны как для живых существ, так и для неживых объектов, и чем выше концентрация кислот, тем более губительна дождевая вода. А концентрация кислот возрастает по мере увеличения потребления ископаемых топлив.

Воздействие на водный бассейн

Комплексное взаимодействие между кислотными дождями, водами рек, ручьев или целых океанов, различными типами почв и системами водо- и землепользования — все это влияет на общую скорость закисления водных поверхностей. Если в результате воздействия кислотных дождей и снегопадов воды озер или устьев рек становятся все более и более кислыми, страдают водная флора и фауна. Первыми погибают наиболее уязвимые обитатели, такие как окуни, лососи,



Поскольку в реках лосось уже не нерестится, я решил помочь им самостоятельно. Я не могу представить, что их больше не останется.

форель и мидии, а затем и более устойчивые к кислотам — водяные жуки и водоросли.

Когда растения и (или) живые существа в озере или устье реки умирают из-за повышенной кислотности, они начинают разлагаться. Продукты разложения соединяются с кислородом, растворенным в воде, что снижает его содержание и делает водоем непригодным для оставшихся жизненных форм. Органические вещества также способствуют росту водорослей-паразитов, которые покрывают ряской водную поверхность и препятствуют проникновению в воду солнечных лучей и воздуха. Это еще более снижает, а то и вовсе уничтожает способность водоема поддерживать жизнь.

Исследования показывают, что кислотные дожди уже вызвали широкомасштабное загрязнение множества водных экологических систем (озер, прудов, устьев рек) на северо-востоке США, в Канаде, Норвегии, Швеции и Великобритании. Например сообщалось, что рыба вымерла почти в 4 тыс. шведских озер, в то время как всего подкислено 14 тыс. озер. В США более 200 озер в возвышенных местах гор Адирондак в штате Нью-Йорк мертвы из-за выпадения кислотных дождей. Ущерб, причиняемый водным экосистемам, очевиден, но не так просто оценить его с экономической точки зрения.

Для адирондакских озер были сделаны некоторые расчеты. Последствия загрязнения и соответственно экологический и экономический ущерб, можно выразить через изменение продуктивной площади озер и показателей улова. Было подсчитано, что сокращение продуктивных площадей на 10 % повлекло за собой ущерб примерно в 13 млн долл. Если пересчитать это на остальные районы Соединенных Штатов, где озера тоже пострадали от кислотных дождей, то общие убытки рыболовства можно оценить в 1 млрд долл. в год. Между тем, этот расчет далеко не полон, так как не учитывает потерю загрязненных территорий для отдыха людей и индустрии туризма, а это вполне может удвоить указанную цифру.

Можно предложить другой подход к оценке ущерба, наносимого озерам кислотными дождями, — просто подсчитать стоимость их очистки. По одной из технологий, применяемой для уменьшения кислотности вод, в них добавляют известь — щелочь, нейтрализующую кислотность и дающую возможность возрождения жизни. Подсчитано, что Швеция потратила на известь 40 млн долл. в 1985 г.; если эту технологию приме-

нить для очистки озер на северо-востоке США, то предполагаемые расходы составят до 500 млн долл. в год. И, конечно, подобные восстановительные работы могут проводиться только до тех пор, пока в природе встречается известняк.

Из-за кислотных дождей во многих канадских и скандинавских реках уже давно не нерестится лосось. Кислотность мирового океана тоже повышается, и подсчитано, что к середине XXI века верхние 60 м могут стать настолько кислыми, что не смогут поддерживать жизнедеятельность организмов. Никаких оценок величины такого глобального ущерба пока нет.

Ущерб лесам и сельскому хозяйству

Выпадение кислотных осадков влияет не только на воды нашей планеты, ее почву, но и на леса. Кислые осадки впитываются почвой, они растворяют нерастворимые в обычных условиях минералы и соединения, нарушая ее органический питательный баланс. Растворенные соли, в частности алюминия, токсичны для молодых побегов корней деревьев. Более того, кислотные дожди губят молодые нежные листья, снижая сопротивляемость деревьев болезням.

Все возрастающий ущерб лесам в первую очередь приписывают кислотным осадкам. Недавно в Европе проводились всесторонние изыскания и анализ данных по исчезновению лесов. Результаты показывают, что до 15 % всех молодых побегов либо серьезно повреждены, либо просто погибают, и эти потери примерно в 6 раз больше, чем вырубка леса на пиломатериалы. Другие исследования показывают, что в Германии 50 % лесов Шварцвальда страдают от ущерба, причиняемого кислотными дождями. Деревья болеют и умирают ежедневно по мере того, как воздух и почва все более и более насыщаются кислотой. А отчеты из Польши, Чехословакии и других центрально-европейских стран говорят, что там положение еще хуже из-за большей их зависимости от угля в качестве топлива.

В 1978 г. до 5 % лесов в США страдали от последствий кислотных дождей. Это причинило ущерб в 600 млн долл., если исходить из оценки упущенных доходов. Если к этому добавить ущерб индустрии туризма и отдыха, который можно

оценить в 1 млрд долл. в год, то общие потери американской экономики от кислотных дождей составили 1,6 млрд долл. Из-за возрастающего с 1978 г. потребления угля, а следовательно и количества кислотных осадков, сокращения площади лесов и уменьшения доходов от туризма убытки США в 1990 г. составили 5 млрд долл.

Существенный вред причиняют кислотные дожди качеству и производительности сельскохозяйственных культур. Овощи и фрукты становятся мельче, зачастую они деформированы и менее питательны. Из-за снижения сопротивляемости болезням уменьшается урожайность, что приводит к дефициту и необходимости платить большую цену за продукты худшего качества. В 1984 г. потери США от снижения продуктивности сельского хозяйства из-за воздействия кислотных дождей составили 8,2 млрд долл. Если учесть увеличение потребления и инфляцию, то можно подсчитать, что к 1990 г. ежегодные потери из-за неурожая выросли до 12 млрд долл. и продолжают увеличиваться с каждым годом.

Воздействие на здания и сооружения

Кислотные осадки разрушают наши города, неблагоприятно влияя на здания и исторические сооружения. Такие бесценные сокровища, как Парфенон в Греции, Колизей в Риме, Собор Парижской Богоматери в Париже, находятся в ряду тех, на которых ясно видны признаки воздействия кислотных дождей. Германия тратит до 4 млн долл. в год на ремонт кладки Кельнского Собора. Эта работа требует специального камня и умелых каменщиков, она длительна и утомительна. Несколько лет требуется бригаде строителей, чтобы заменить попорченные камни на одной стороне здания, а когда работа закончена, то надо незамедлительно начинать ее с другой стороны, и так без конца, ведь пока они завершали ремонт обратной стороны здания, кладку на стороне фасада уже вовсю разъело кислотой. Многие исторические здания поэтому были окончательно потеряны, их уже никогда не восстановить.

Металлические конструкции, такие как мосты, рельсы и провода также не могут избежать воздействия кислотных дождей. Они должны быть защищены от коррозии, чтобы окончательно не разрушиться. То же самое можно сказать о

зданиях и прочих сооружениях. Их необходимо защищать, регулярно очищая и покрывая слоем пластика, химикатов и (или) краски. Кислотные дожди наносят ущерб легковым автомобилям, автобусам и прочим транспортным средствам.

Были сделаны разнообразнейшие оценки воздействия кислотных дождей на конструкции. В 1984 г. было подсчитано, что по всему миру на восстановление исторических зданий тратится до 20 млрд долл. в год. Ущерб общественным зданиям и другим сооружениям оценивается в 80 млрд долл., а затраты на нейтрализацию последствий действия кислотных дождей на жилые дома составляют примерно 40 млрд, т.е. в целом получается 140 млрд долл. в год. Учитывая повысившееся потребление ископаемых топлив и увеличение количества общественных зданий, сооружений и жилых домов, к 1990 г. вполне можно оценить эти общемировые затраты в 200 млрд долл. в год.

Воздействие на людей и животных

Кислотные дожди повышают кислотность питьевой воды. Когда эта вода течет по металлическим трубам, она выщелачивает такие металлы, как свинец, медь и алюминий, так что в конце концов мы пьем и используем для приготовления пищи смертоносный коктейль кислот, ядовитых металлов и других химикатов. Например, в Швеции было обнаружено, что такая подкисленная вода служит причиной увеличения младенческой заболеваемости.

Но так же, как на младенцев и детей постарше, эта вода воздействует и на взрослых. Подкисленная вода, содержащая токсичные металлы из водозаборников и трубопроводов, вызывает различные недомогания, в первую очередь почек и мочевого тракта. В кислой воде содержится меньше кальция (а мы в основном получаем кальций при питье), что способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Было установлено, что в Соединенных Штатах Америки вредное воздействие кислотных дождей на здоровье людей, если говорить только о материальном его выражении, составило в 1985 г. около 180 млн долл., а в 1990 г. — 220 млн. Здесь, конечно, никак не учтены людские страдания.

Мы можем измерить отравляющее действие кислотных осадков на нас и попытаться очистить воду, которую потребляем, хотя и не бесплатно. Однако мы не можем сделать



этого для диких животных и растений, им остается только страдать или сменить места обитания. Но по мере роста населения, мест, где могут скрыться дикие животные, остается все меньше и меньше, и они становятся менее пригодными для обитания, поскольку мы продолжаем загрязнять окружающую среду побочными продуктами ископаемых топлив.

Сотни видов растений и животных ежегодно вымирают из-за загрязнения и кислотных дождей, и просто невозможно оценить этот ущерб и эти потери. Нам необходимо понять всю силу воздействия кислотных осадков на окружающую среду или, например, задуматься о том, как потеря одного вида рыбы или травы скажется на экологическом балансе планеты.

Что делать?

Эксперты годами говорили о необратимых последствиях загрязнения атмосферы продуктами сгорания ископаемых топлив, и воздействия кислотных дождей. Но люди в большин-

стве своем настолько привыкли к образу жизни, основанному на сиюминутных удовольствиях, что заглянуть на 20—30 лет в будущее они не хотят. У них есть неотложные задачи, требующие неотложных решений.

Что ж, предсказания, сделанные 10, 20, а подчас и 30 лет назад, начинают сбываться. Кислотные дожди — теперь уже неотложная, все более обостряющаяся, проблема. Наши праправнуки могут даже не узнать, как выглядит лес или дикий олень, разве что по картинкам, и у целых поколений не будет ни единого шанса увидеть римский Колизей. Но мы можем повернуть процесс вспять, оторвавшись от сиюминутных удовольствий и начав планировать будущее так, чтобы оставить нашим детям и внукам более чистый и здоровый мир.

6
ОЗОНОВАЯ ДЫРА

Что такое рак кожи?

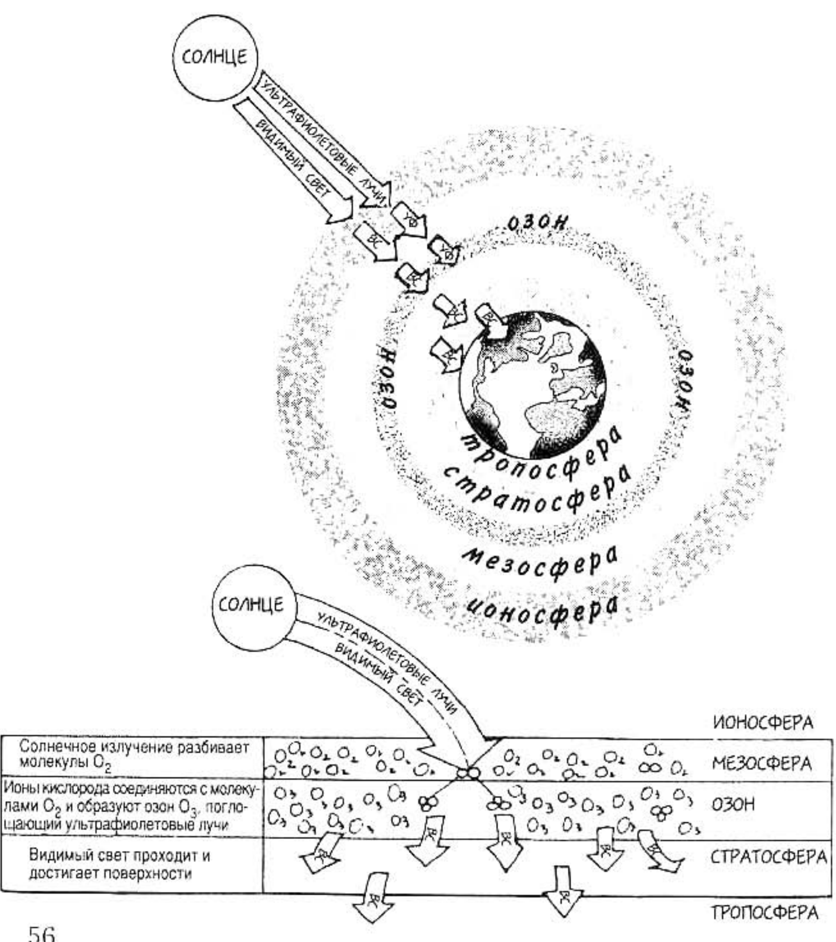
Каждый знаком с родинками и веснушками. Родинки иногда могут быть наследственными (как, например, некоторые родимые пятна), а могут быть вызваны солнечным излучением. Веснушки обычно появляются на тех местах, что дольше всего находятся под солнцем — на переносице и предплечьях. Это вполне нормальные нарушения кожного покрова, и они безопасны. Тем не менее, иногда происходит так, что родинка на самом деле представляет собой форму рака кожи. Некоторые виды рака начинаются с изменения цвета кожи или маленького красного пятнышка на коже, которое начинает кровоточить и покрываться коркой. Опасными для жизни являются родинки с рваными краями, не похожие на другие ни цветом ни формой.

Что же превращает нормальную родинку в раковую? Это частично зависит от клеток самой кожи, в первую очередь от их ДНК (дезоксирибонуклеиновой кислоты), компонента всякой живой клетки, определяющего наследственный «чертеж» строения и работы клетки и отвечающего за образование новых клеток. Предположим, что ваша кожа попала под длительное воздействие ультрафиолетовых лучей солнца (в целом вредных). Это может расстроить баланс работы ДНК некоторых клеток кожи, заставив их изменить свой генетический чертеж. После этого клетки кожи перестанут воспроизводиться нормально и станут порождать клетки-уроды — раковые клетки. Так начинают развиваться пятна и опухоли. Слишком много солнца вредно, поэтому необходимо защищать себя от него, быть предусмотрительным и осторожным. Если вы не знаете, как сделать это, расспросите врача о наилучшем для вас методе защиты от солнечного излучения.

Почему озоновый слой столь важен?

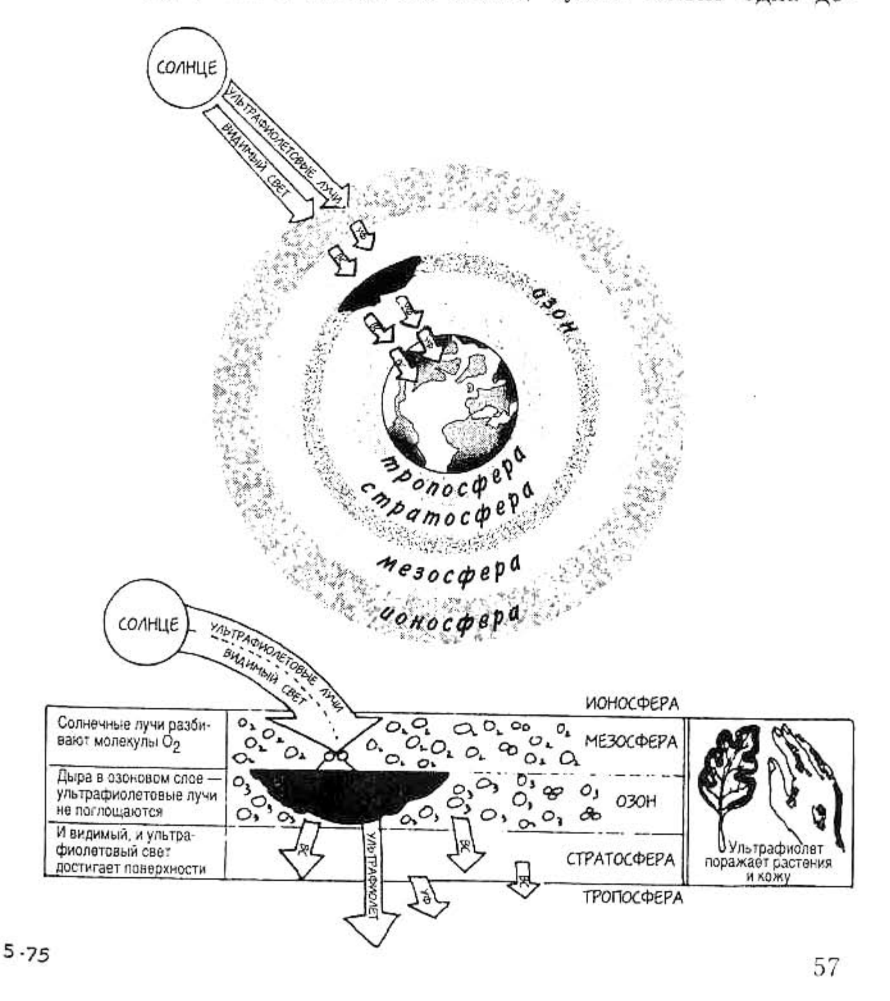
Озон — это молекула, в которой соединены вместе три атома кислорода. Ученые обозначают его как O_3. Кислород, которым мы дышим, состоит из молекул, имеющих два атома кислорода, и обозначается O_2.

В атмосфере озон образуется повсюду, начиная от поверхности Земли и кончая 40 км над ней. На уровне земли он является ингредиентом смога и поэтому не так уж безвреден. Но находясь выше — в слое, называемом стратосфе-



рой, — он защищает нас от разрушительных солнечных лучей, поглощая и экранируя ультрафиолет, прежде чем тот сможет достичь поверхности и вызвать у нас рак кожи.

Миновав стратосферу, лучи должны еще пройти через кислород, азот, углекислый газ, озон на уровне земли и водяной пар, находящиеся в воздухе. Все они служат фильтрами для солнечных лучей. Как же тогда свет достигает Земли? Дело в том, что энергия Солнца очень велика. Только малая часть огромнейшего количества энергии, покидающей наше светило, доходит до нас. Солнце просто громадно — почти полтора миллиона километров в диаметре — и, чтобы поддерживать жизнь на Земле, нужна только одна де-



5-75

сятимиллионная часть его излучения. Но даже эта малость была бы слишком велика, если бы не фильтрующий эффект атмосферы, и в особенности озонового слоя в стратосфере.

Дыра обнаружена

В 1985 г. данные спутника НАСА, вращающегося на высокой орбите над Землей, подтвердили то, что предвосхищали некоторые ученые — над Антарктидой образовалась дыра в защитном озоновом слое. Некоторые страны послали в антарктические экспедиции ученых, которые провели исследования льда и разрушающих ультрафиолетовых солнечных лучей, и пришли к единому мнению — озоновая дыра определенно существует.

Это открытие не сулило ничего хорошего. Пока не ожидалась всемирная катастрофа, потому что в Антарктике живет совсем немного людей, но представьте, что было бы, если бы дыра росла? Дополнительные команды ученых, включающие врачей, были призваны ответить на этот вопрос. Общее заключение было таково — для людей увеличение озоновой дыры означает более широкое распространение заболевания рака кожи.

Во второй половине 80-х гг. замечено значительное увеличение числа жертв этого заболевания, большее, чем во все предшествующие годы. При этом следует заметить, что некоторые виды рака кожи смертельны.

Как образовалась дыра?

То, что вызвало образование озоновой дыры, совершенно определенно является результатом человеческой деятельности. Озоновый слой существует миллиарды лет, иначе бы на Земле просто не могли бы появиться растения. И тот факт, что дыра появилась в последние несколько лет, можно объяснить только воздействием нашего технологически развитого общества.

Химики знают многое о том, как вещества реагируют друг с другом. Существует всего несколько веществ, которые взаимодействуют с озоном настолько активно, что, можно сказать, «поедают» его. Вскоре после начала исследований подозрения пали на искусственно созданную группу веществ, известных как фреоны. Они также называются хлористыми фторуглеродами (CFC), потому что состоят из атомов хлора, фтора и углерода. Фреоны широко используются в производстве пенополистиро-

ла (пенопласта) и пенорезины (задумайтесь, сколько раз на дню вы вступаете в контакт с этими материалами), но большинство знакомо с ними в качестве наполнителей холодильников и кондиционеров, охлаждающих воздух. Они использовались как газ-вытеснитель в аэрозольных баллончиках, таких как лак для волос или освежитель воздуха, но в настоящее время во многих странах запрещено такое их использование.

Появляясь в виде течи в холодильниках и кондиционерах или выделяясь из бракованного пенопласта, CFC поднимается во внешние слои атмосферы к озоновому слою. Оказавшись там, он начинает «поедать» озон. Одна молекула CFC за 150 лет своей жизни может сожрать до 100 тыс. молекул озона, а одна пенопластовая упаковка содержит миллиарды миллиардов молекул фреона.

Почему впервые дыра появилась над Антарктикой не совсем понятно. Некоторые полагают, что CFC концентрируется там из-за высотных атмосферных потоков и вращения Земли вокруг своей оси. Другие думают, что ее появление связано с температурным режимом Южного полюса. Все высказанные версии вполне реалистичны. Между тем, уже появились тревожащие научные доказательства того, что озоновый слой над Северным полюсом также начинает истончаться. Первое время ученые полагали, что слой озона будет утоньшаться со скоростью два процента в десять лет повсюду. И сначала это не вызывало тревогу. Но сейчас ученых беспокоит не только увеличение размеров озоновой дыры, но и незнание причин образования ее именно над Антарктикой.



Одна молекула CFC «поедает» 100000 молекул озона и живет 150 лет

Делается ли что-нибудь, чтобы остановить это?

Ответ — да, но достаточно ли? Возможно, нет.

Первым большим шагом вперед был международный конгресс в Канаде. Множество стран со всего мира подписали документ, известный как Монреальский протокол, и согласились сократить производство CFC на 50 % к 2000 г. Но специалисты по борьбе с загрязнением утверждают, что для действенной помощи окружающей среде производство фреона необходимо сократить на 75—85 %.

Американский химический гигант «Дюпон», изобретатель фреонов, объявил, что может найти замену CFC, которая не будет вредить озоновому слою, но не сможет начать ее производство до завершения многолетних всесторонних испытаний и анализов. Тем временем и другие химические компании стараются найти безвредные для озона заменители фреона.

CFC — это не единственный способ заставить работать холодильники и кондиционеры. Есть давно известная технология, называемая эффектом Пельтье. Если пропускать электричество через специально изготовленные провода, один конец провода станет холодным, а другой — теплым. При использовании этой технологии в холодильнике или кондиционере холодный конец провода необходимо поместить в охлаждаемое помещение, а теплый оставить снаружи. В этом случае снижается шум от работы компрессора, и прекращаются утечки CFC в атмосферу, а следовательно озоновая дыра не будет увеличиваться.

Очень многое вы можете сделать самостоятельно. Объясните окружающим, насколько серьезна эта проблема, расскажите своим друзьям, о чем прочли в этой книге. Если вы обеспокоены состоянием окружающей среды, поделитесь этим с другими. Соберите группу и обсудите эту проблему — чем больше ваша группа, тем большее воздействие вы можете оказать на общество. Найдите пути исправления существующего законодательства.

Помните, что в этом случае время — важнейший фактор. Могут пройти годы, пока будет разработан заменитель CFC, притом такой, который не повлечет за собой другое эколо-

гическое бедствие. А пока мы должны прекратить пользоваться фреонами и тем, что производится из них. К сожалению, в настоящее время этого не происходит повсеместно. Для этого нам нужно приложить еще немало усилий. Что бы мы об этом не думали, но мы все живем в мире, где правительства избираются людьми для того, чтобы служить им. Так что давайте используем все свои силы.

7
СМОГ, ГРЯЗЬ И РАК

Когда мы, покинув город, попадаем в деревню, то обнаруживаем, что природа здесь значительно чище, и нет той грязи, к которой жители городов привыкли как к данности. Возвращаясь обратно, мы замечаем, что в городе, где автомобиль не редкость, воздух определенно затуманен и насыщен различными запахами. Но будем справедливы, автомашины — не единственный источник загрязнения в городах; свою лепту в его образование вносят дым и пепел из труб.

Например, замечали ли вы, что в деревне ваши ногти остаются чистыми, а в городе вам постоянно необходимо чистить их? Так откуда же в городе эта дополнительная грязь?

Смог — что это такое?

Все знакомы с туманной дымкой. Это взвесь мельчайших водяных частиц, которые полупрозрачны и вполне чисты. Вы можете пройти сквозь них и почувствуете лишь легкую влажность без жжения в глазах, кашля и не ощутите себя запачканным.

Туманы имеют большую плотность, они затрудняют видимость, но ничем от дымки не отличаются — в целом это все тот же водяной пар. Единственное отличие заключается в том, что в таком тумане присутствуют твердые частички, на которых конденсируется вода. Это и делает туман более густым, чем дымка.

Смог — современное явление, значительно более опасное, чем туман. Даже при самом легком смоге, в котором видимость составляет несколько километров, зачешутся глаза и запершит в горле. По мере того, как он станет более густым, его воздействие усилится — появится кашель вследствие раздражения бронхиальных трубок. И, наконец, последняя стадия развития смога — такое сокращение видимости, что движение

транспорта затрудняется или вовсе становится невозможным, хотя такое случается не часто.

Существенная разница между смогом и туманом заключается в его новой компоненте, в сложной органической смеси, конденсирующейся на мелких кусочках грязи — летучих частицах пепла, продуктах испарения из топок, пыли, взвешенной в воздухе. Какие же органические субстанции вызывают столько шума? Это нитроароматические соединения (PAN), которые, проникая в глаза и горло, вызывают раздражение и жжение.

Что служит причиной смога?

Процесс образования смога достаточно сложен, и мы не будем вдаваться во все детали, лишь вкратце обрисуем его истоки и последствия.

Возникновение смога начинается с момента начала эксплуатации автомобиля и связано с его выхлопными газами. По большей части здесь наиболее существенны два химиката.

Первый из них — это простое химическое соединение, называемое диоксидом (или закисью) азота. Когда оно покидает выхлопную трубу и попадает под интенсивный солнечный свет, то диссоциирует и образует окись азота и «активный кислород». Он легко соединяется с обычными молекулами кислорода воздуха (которым мы дышим), образуя новое соединение — озон. Этот озон, остающийся на уровне земли, вреден в отличие от того, о котором вы прочли в главе 6 и который находится в защитном слое стратосферы.

Но оставим на время озон и вернемся к другим веществам, выходящим из выхлопной трубы автомобиля. Когда бензин сгорает в двигателе, он образует углеродосодержащие вещества. Их молекулы достаточно велики и сложны по структуре, но все же не видны невооруженным глазом. Важно, что они поразительно активны химически. Попадая в воздух, они соединяются с озоном, образуя уже упомянутые нитроароматические вещества (PAN).

Появившиеся молекулы PAN — весьма неприятное вещество, содержащее и «активный кислород» и оксиды азота. Оно осаждается на маленьких твердых частицах, всегда присутствующих

в воздухе. Именно эти мелкие частички, адсорбировавшие PAN и парящие в воздухе, составляют основу смога.

Что делает с тобой смог

Выше мы уже описали некоторые симптомы недомогания из-за смога — сначала начинается жжение в глазах, по мере усиления воздействия наступает более глубокое поражение организма, подвергаются воздействию и раздражаются бронхи. Часто взаимодействуя со смогом, вполне можно заполучить целый букет болезней, которые вместе описываются одним названием — «смоговая болезнь». Если кто-то уже страдает респираторным заболеванием, а смог достаточно плотный, то и вовсе можно умереть.

Особенно опасен убийственный смог. Наиболее известный случай его появления был отмечен в 1952 г. в Лондоне. Убийственный смог накрыл город на четыре дня. Было трудно ходить по улицам, потому что едва можно было различить мостовую. Смог вторгался в дома, и становилось настолько темно, что не видно было даже ступенек на лестницах. В результате умерло 4 тыс. человек из-за проблем со здоровьем, которые вызвал этот смог.

Смог и автомобиль

Тот, кто дочитал до этого места, понял, что смог — прямой результат горения топлив — бензина и дизельного топлива, — которые мы используем для заправки средств передвижения. Мы не можем обойтись без транспорта, более того, к концу XX века персональный транспорт стал неотъемлемой частью человеческой жизни в развитых странах. Но нет необходимости использовать для передвижения только бензин и дизельное топливо. Есть другие, экологически чистые способы заправки автомобилей, и далее мы обсудим их.

Рак из-за дизельного топлива и бензина

Мы уже поняли, что использование дизельного топлива и бензина для приведения в движение транспортных средств и

нефти в промышленности повлекло за собой множество проблем, которые нам нужно решать. Здесь и парниковый эффект с глобальным потеплением, и общее ухудшение здоровья человечества, в первую очередь из-за респираторных заболеваний вроде эмфиземы, и кислотные дожди, и исчезновение лесов, и гибель озер. Тем не менее мы пока еще не связываем бензин и нефть с наиболее пугающей из болезней — развитием раковых новообразований и опухолей. Однако недавние исследования установили взаимосвязь между веществами, содержащимися в выхлопных газах дизельных автомобилей и некоторыми видами рака. Например, исследование, проведенное Американским раковым обществом, обнаружило корреляцию между числом случаев смерти от рака легких, не вызванного курением, и тем, сколько километров эти люди пропутешествовали в машинах. Выхлопы дизельных двигателей особенно канцерогенны из-за того, что содержат бензапирен, то самое вещество, которое вызывает рак легких у курильщиков.

Но это еще не все. В тех местностях, где производится бензин и очищается нефть, замечено увеличение числа раковых заболеваний по сравнению с другими областями, где нет такой промышленности.

Весьма печально, что, несмотря на все достоинства автомобиля, он так дорого обходится человеческому здоровью, не говоря уже об окружающей среде.

Отказаться от автомобиля?

Очевидно, что отказаться от машин совершенно не реально. Они — часть нашей жизни, даже большая, чем лошади для предыдущих поколений.

Некоторые считают, что можно использовать метиловый спирт в качестве замены бензина и дизельного топлива. Утверждают, что он не создает такого загрязнения, как бензин (например, не вызывает смог), и это верно. Однако не упоминают о том, что метиловый спирт производит столько же углекислого газа, что и бензин, как и о том, что он служит источником другого канцерогена — формальдегида. Так будет ли одно лучше другого? Отказаться от бензина и нефти в пользу метанола, это все равно, что попасть из

Отказаться от автомобиля?









огня, да в полымя. Вместо этого нам необходимо топливо, которое было бы и чистым и эффективным, не несущим рака, смога и грязи. Таким топливом является водород, и об этом мы расскажем ниже.

Мы не просим никого приносить бессмысленные жертвы. Люди должны понять значимость проблемы. Наше эгоистичное отношение и требование прогресса любой ценой обходится потерей здоровья и разрушением окружающей среды.

Грязь

А теперь поговорим немного о грязи. Мы имеем в виду не бытовую грязь, а ту, что собирается на открытых поверхностях сразу после того, как их помыли, о маслянистой саже, которую вы можете обнаружить даже на гладких окрашенных полках. Откуда берется подобная грязь?

Появляется она благодаря наличию частичек электрически заряженной грязи в воздухе. Любые частицы, которые парят в воздухе достаточно долгое время, собирают на себя электрический заряд, что мешает им слипаться и, следовательно, не дает упасть на землю. Но время от времени их

заряд уменьшается или они теряют его, в результате чего слипаются в более крупные и оседают на поверхность.

Значительное количество этих частиц происходит из естественных источников, существовавших до появления автомобилей, — лесные пожары и громадные количества пепла, что выбрасывают вулканы во время извержений, которые происходят на планете более или менее постоянно.

Но в XX веке, поскольку людям стало необходимо приводить в движение множество машин и механизмов, производить электричество для отопления и приготовления пищи, они стали сжигать большое количество ископаемых топлив (бензина, угля, нефти, дров) и стали причиной появления в атмосфере громадного количества пыли. Особенно богатые маленькими черными частицами сажи выхлопы дает дизельное топливо. Таким образом, наши сегодняшние топлива служат источником не только смога, но и значительных количеств грязи и сажи, которые стоят нам стольких дополнительных хлопот.

8

УРОКИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Рождение атомной энергетики можно отнести к взрыву ядерной бомбы в Аламагордо, штат Нью-Мексико, в 1942 г. Вторая мировая война закончилась вскоре после атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки. Япония капитулировала, столкнувшись со столь разрушительным оружием. Вскоре после этого было объявлено о начале программы «Атом для мира», и правительство начало искать возможности контролировать энергию атома, ожидая, что через 50 лет вся национальная экономика будет основана на очень дешевом ядерном топливе.

Ядерное топливо сильно отличается от химических, таких как бензин, ракетное топливо и природный газ, например, в первую очередь, по количеству энергии, которое можно из него получить. Более того, ядерному топливу не нужно реагировать с другим веществом, в отличие от химического топлива, которому нужен для горения кислород. Оно просто спонтанно распадается, и, если это происходит с «приемлемой скоростью», происходит равномерное выделение тепла, которое можно использовать для производства пара. Пар можно направить в турбины, вращающие генераторы, и в результате получить электричество.

Надежды и страхи

Вначале казалось, что ядерное топливо имеет громадное преимущество над химическим. В конце 40-х — начале 50-х гг. было трудно найти хоть один аргумент против того, что необходимо как можно скорее переходить на атомную энергию. Многие ожидали, что скоро наступит райская жизнь, например, что щепотка ядерного топлива сможет давать энергию целому городу в течение нескольких недель. И все шло к тому, что атомная энергия будет чрезвычайно дешевой — какие-нибудь доли цента за кило-

ватт-час. Часто указывалось на то, что в будущем не надо будет больше выключать свет и экономить электричество.

Учитывая то, что мы знаем сейчас о последствиях применения углеродосодержащих топлив, ядерная энергия может показаться решением всех наших проблем с окружающей средой.

Но у атомной энергетики есть и свои недостатки. В начале пути ядерная энергия связывалась только с созданием страшного оружия. И мы опасаемся, что как бы мирно мы не использовали ужасающую силу энергии ядерной реакции, она может вырваться из наших рук и вызвать взрыв, хотя в действительности такое практически невозможно. Даже чернобыльская катастрофа 1986 г. не привела к ядерному взрыву, подобному взрыву атомной бомбы, несмотря на то, что огонь ядерной реакции полыхал много дней. Но есть и другие немалые опасности, проистекающие от ядерных реакторов. Хотя многое сегодня затуманено спорами, некоторые вопросы предельно ясны.

Радиация

Вокруг нас всегда присутствует небольшое количество радиации, она исходит от земли и называется фоновым излучением. Примером радиации естественного происхождения являются те малые количества радона, которые проникают в наши дома. Мы должны понимать, что небольшие дозы радиации безвредны, потому что люди развивались и эволюционировали тысячи лет, подвергаясь воздействию естественной радиации.

Тем не менее, если на человеческое тело воздействовать высоко интенсивным потоком радиоактивных частиц, похожих на те, что используются в ядерных реакторах, нет никакого сомнения, что они нанесут ущерб здоровью, причем двумя путями.

Один из типов повреждения похож на воздействие пули — частицы сталкиваются с клетками и разрушают их. В результате зачастую образуется опухоль.

Другой тип негативного воздействия — непрямой. Частица попадает в похожую на воду жидкость, окружающую клетки нашего тела, после чего в них начинает воспроизводиться ионизированный кислород (весьма опасный для здоровья), который обычно там не присутствует. Клетки впитывают эту отравленную жидкость, и их развитие сворачивает с правильного пути. И, опять же, это вызывает рак.

И еще немного о единственном факте, который никем не оспаривается — о том, что много радиации приводит к раку. Слишком много радиации — это сколько? И сколько ее приходит к нам от ядерных реакторов? Как сильно радиация влияет на людей, находящихся рядом с реактором, или как она воздействует на нашу пищу? Сколько времени занимает развитие рака после облучения? Вы получите разные ответы на эти вопросы в зависимости от того, кого будете спрашивать.

Кажется бесспорным, что правильно построенный и управляемый ядерный реактор не даст значительного количества интенсивной радиации. Строители таких установок скорее всего правы, говоря, что хорошо построенная и правильно функционирующая атомная электростанция безопасна. Тем не менее, опыт показывает, что электростанции не всегда хорошо управляются. Обнаруживаются дефекты, возникшие зачастую из-за человеческих ошибок — и вот тут начинаются неприятности. Происходят аварии, и если огонь вырывается наружу, как это было в Чернобыле, радиоактивные частицы вместе с дымом могут разлететься очень далеко. Этот дым чрезвычайно опасен для любого, кто вступит с ним в контакт.

Важным вопросом, связанным с опасностью радиации для здоровья, является ее интенсивность, т.е. как много радиации получает человек за определенный период времени. В случае маломощной радиации время ее воздействия становится ключевым фактором. Благодаря канадскому физику Петкау, мы знаем, что, если определенная доля радиации поглощается медленно, она оказывает значительно худший эффект, чем если бы она поглощалась быстро.

Достаточно просто понять, почему так происходит. Помните, что радиоактивные частицы могут производить опасный ионизированный кислород в жидкости, окружающей клетки? То же самое происходит и при слабой радиации. Ионизированный кислород, образовавшийся вокруг клеток, попадает на их поверхность и может воздействовать на ДНК, генетический чертеж, определяющий структуру и функционирование каждой клетки. Ущерб, нанесенный ДНК, может нарушить работу клетки и привести к появлению врожденных дефектов, если повреждены репродуктивные органы. Когда же радиация проникает в наше тело за малое время, как в случае высоко интенсивного воздействия, большое количество ионизированного кислорода производится одновременно, и не все ионы могут проникнуть в клетку, многие из них «растра-

чиваются» и не могут нанести ущерб. Но если мы получаем ту же самую дозу радиации понемногу в течение длительного времени, каждая ионизированная молекула кислорода может попасть на поверхность клетки и воздействовать на ДНК.

Давайте закончим споры о вредном действии радиации, признав тот факт, что когда атомная электростанция работает как положено, то опасность мала. Но жизнь такова, что аварии происходят и будут происходить, и в этом случае интенсивная радиация, как напрямую, так и в качестве причины рака, опасна для здоровья людей. Более того, оказывается, что слабая радиация, если ее действию подвергаться долгое время, может причинить гораздо больший ущерб, чем предполагалось раньше.

Ядерные катастрофы

Есть одна угроза, которую общественность боится больше слабо- или высокоинтенсивной радиации — что атомная электростанция взорвется, будто ядерная бомба, в густонаселенном месте. По правде говоря, такой инцидент неправдоподобен. Гораздо более реальной опасностью является не взрыв, а расплавление реактора.

Это может произойти на станции в случае нарушения подачи охлаждающей воды к реактору. Он перегреется, и его центральная часть, содержащая ядерное топливо и называемая активной зоной, расплавится. Туда может попасть вода из различных систем реактора и образовать пар при очень высоком давлении, который вполне может взорвать верх реактора. Его внутренние части, включая ядерное топливо, будут выброшены в атмосферу и разлетятся на громадные расстояния. Кроме того, образовавшийся чрезвычайно горячий расплав активной зоны может просто-напросто прожечь основание корпуса реактора и уйти вглубь земли более чем на километр.

Бедствие такого масштаба рассматривалось разработчиками атомных электростанций, и приняты соответствующие меры к его предупреждению. Существует надежда, что сверкающие купола, которые можно увидеть над ядерными реакторами, выдержат напор взрыва, вызванного перегревом. Тем не менее разработчики не могут быть абсолютно уверены в этом, и никто, разумеется, не хочет проводить подобный эксперимент. К счастью, еще ни разу не происходило такого расплавления реактора. Если бы это произошло непо-

далеку от города, то могло бы привести к гибели сотен тысяч людей. Но было несколько близких к такому развитию сценария случаев. Уроком для нас является то, что все они были вызваны человеческими ошибками.

Так в Браунз Ферри, штат Алабама, безответственный специалист спустился в подземные проходы, неся зажженную свечу. Она была нужна ему, чтобы увидеть, как движется воздух внутри тоннелей. Устав нести свечу перед собой, он поднял ее над головой. В результате загорелась изоляция водяных труб охлаждения, а вскоре вся охлаждающая система вышла из строя, и начался процесс расплавления реактора. Были проведены аварийные работы — реактор и город (а может быть, и большая часть штата) были спасены.

Более близкое к нам по времени несчастье в Чернобыле случилось из-за того, что научный персонал станции начал экспериментировать с реактором, когда тот был на полном ходу. В ходе экспериментов была отключена часть автоматической системы аварийной защиты. Пока персонал занимался исследованиями, тепловыделение в активной зоне вышло из-под контроля, и не было ни одного работающего аварийного механизма, чтобы остановить реактор. Начался пожар, и, поскольку над реактором не было купола, дым, содержавший радиоактивные вещества, распространился по большей части центральной и северной Европы.

В обоих этих случаях не было ни усталости материалов, ни износа металлических частей, были просто человеческие ошибки. То, что люди могут быть беспечны, является одним из главных уроков, которые мы должны извлечь, познакомившись с ядерными реакторами.

Никто не погиб...

Некоторые эксперты утверждают, что многие тысячи людей умерли от последствий чернобыльской катастрофы, несмотря на то, что официально было объявлено только о четырех погибших. Разница между этими цифрами очевидна и характеризует различие во мнениях о том, кто и как страдает от ядерных реакторов.

Основная угроза здоровью, связанная с утечкой радиации состоит в появлении раковых опухолей и развитии лейке-

мии. Но эти болезни могут не проявляться годами после облучения, и трудно доказать, что данный случай рака вызван именно радиацией. Например к моменту обнаружения болезни, ее жертва может успеть пожить в различных уголках мира, подвергнувшись всевозможным опасностям.

Тем не менее, на основании экспериментов на животных, есть возможность предсказать, какова вероятность появления рака после получения определенной дозы радиации. Опираясь на это, официальные лица системы здравоохранения предсказали, что полное число жертв Чернобыля составит 20 тыс. человек.

Можно попробовать рассчитать вероятность ядерной катастрофы. Например, если бы энергетика Соединенных Штатов Америки была бы целиком атомной, то стране понадобилось бы около 2000 ядерных реакторов. Если мы распространим на это число реакторов существующую статистику аварий, то увидим, что катастрофы могут происходить каждые два месяца.

Идеал — термоядерный синтез

До сих пор мы обсуждали вопрос о получении громадной энергии из крошечного количества урана, высвобождающейся при расщеплении ядра, центральной части атома. Такая реакция называется реакцией деления.

Но есть еще один способ получения огромного количества энергии — термоядерный синтез. Его идея моложе, чем идея использования реакции деления ядер. По существу они противоположны, ведь вместо деления ядер используется синтез — соединение атомов.

Если два атома водорода сливаются друг с другом при экстремально высоких температуре и давлении, они образуют другой элемент — гелий, а водород исчезает, и при этом выделяется огромное количество энергии. Такое соединение атомов водорода с образованием гелия — источник энергии Солнца.

Ученые-ядерщики утверждают, что если бы синтез мог быть проведен под контролем, это был бы идеальный способ получения безопасного тепла от ядерной энергии. Но проблема состоит в том, чтобы заставить атомы водорода соединяться в контролируемых условиях, на электростанции, да еще таким образом, чтобы полученную энергию можно было направить на получение электричества.

Мы знаем, что термоядерный синтез возможен, поскольку у нас есть Солнце и водородные бомбы в качестве примеров. Но бомба, хотя и выделяет массу энергии, делает это отнюдь не контролируемым способом. Так что до тех пор, пока мы не сумеем безопасно впрячь эту энергию в повозку нашей цивилизации, мы не сможем использовать этот колоссально мощный источник и получать с его помощью электричество.

Нет атомной энергетике

По множеству причин строительство атомных электростанций стремительно сворачивается по всему миру.

В США этого добились частично с помощью судебных запретов. Если возбуждается дело, правильно составленное группой экспертов по защите окружающей среды при поддержке хорошо подкованных адвокатов, то вполне можно склонить судью вынести временное решение против строительства электростанции, после чего работу на АЭС следует прекратить немедленно. Затем заявления адвокатов и специалистов должны быть проверены в зале суда свидетелями-экспертами. Если аргументы истцов будут поддержаны, суд может вынести уже постоянное запрещение на строительство реактора в этом месте. Жители многих районов США воспользовались подобной процедурой для того, чтобы заблокировать или, по крайней мере, существенно замедлить строительство атомных электростанций. Более того, поскольку судебные издержки обычно велики, это удорожает строительство подобных объектов.

В Великобритании началу любого крупного государственного строительства неизменно предшествует национальный опрос, в ходе которого противники и сторонники проекта могут высказать свои доводы перед непредвзятым арбитром. И опять же, это долгая и дорогая процедура.

Однако основная причина того, что строительство ядерных реакторов замедлилось, гораздо более проста — они производят слишком дорогое электричество. Атомные электростанции безумно сложны в строительстве, и чем дальше, тем больше различных мероприятий по обеспечению безопасности должно быть выполнено при их проектировании и эксплуатации.

Более того, после того, как реакторы выработают свой ресурс, а они не могут работать вечно, их необходимо оста-

новить. Это означает, что все радиоактивные и прочие материалы, которые могут иметь отношение к ядерной безопасности, должны быть изъяты, а остальная конструкция должна быть герметично закрыта бетонной оболочкой. Это очень дорогостоящая процедура, добавляющая немалую сумму к себестоимости электричества, произведенного на атомной электростанции. И кроме того, цена на уран уже не настолько низка, как это было когда-то.

Все вместе эти факторы означают, что идея использования атомной энергетики в качестве источника дешевой электроэнергии без вредных выбросов оказалась мифом. В результате строительство АЭС по всему миру существенно сократилось, а в некоторых странах и вовсе полностью остановилось.

Чему же мы научились?

Таким образом, ядерный век, судя по всему, близится к концу. Люди не хотят атомной энергии, и они совершенно ясно дали это понять. Нет никаких сомнений в том, что они осознают опасность, и будут искать законные поводы остановить все, что эту опасность несет.

Люди поняли, что ошибки по вине персонала приводят к ядерным катастрофам. Однако совершенно невозможно полностью исключить человека из цикла управления атомными электростанциями или гарантировать, что люди будут работать со стопроцентной надежностью все рабочее время — так что именно человеческая природа является слабым звеном атомной энергетики.

Люди должны думать на несколько десятилетий вперед. Если бы мы задумались раньше, например о безопасности и утилизации, то не стали бы строить ядерные реакторы в первом попавшемся месте. Но мы оказались неспособны предсказать многое — ни жуткую дороговизну строительства и эксплуатации, ни быстрое истощение запасов ядерного топлива, ни угрозу здоровью от атомной энергии, ни страх и недовольство людей.

Здравый смысл не всегда оказывается правильным. Например, кто мог подумать, что при одинаковых дозах излучения, слабая радиация окажется более угрожающей, чем высокоинтенсивная?

Несмотря ни на что, мы научились основам безопасности. Атомная энергия была новой для нас, по мере ее использования мы научились обращаться с ней. Например, многочисленные исследования по ядерной безопасности показали, что в любом случае трубы, охлаждающие системы и клапаны выдержат и останутся надежными. А причиной аварии всегда оказывается непредсказуемое поведение людей, от которого нам надо защищаться куда активней, чем раньше.

Поскольку люди были чрезмерно оптимистичны в отношении перспектив атомной энергетики, продвижение вперед происходило очень быстро, оглядываясь назад, можно сказать, что слишком быстро. Нам следует понять, что необходимо изменить существующую энергетическую систему. А пока идет разработка новой, давайте не будем забывать, чему люди научились на примере ядерной энергии. Давайте не забудем указать тем, кто разрабатывает стратегию нашего развития, направление к чистой, возобновляемой и безопасной энергетике.

9
РЕЗЮМЕ

В предыдущих главах мы описали основных виновников изменения окружающей среды. К несчастью, никто не знает *точно,* что происходит с ней, в чем именно состоит главная угроза. Тем не менее, к настоящему моменту совершенно ясно одно — содержащие углерод топлива разрушают тот мир, в котором мы живем. И это влияет на вас, читатель, и на ваших детей.



Что может с вами случиться?

- Если нам придется сократить использование энергии, потому что энергия, произведенная с помощью ископаемого топлива, приносит наибольшее количество неприятностей, большим ударом станет увеличение безработицы, особенно если мы не начнем обучать людей и не дадим им навыки использования энергетических технологий будущего.

- Мы будем страдать от повышения уровня океанов, ведь в результате этого начнет сокращаться суша. Может показаться, что если море будет подниматься со скоростью меньше одного метра в 50 лет, то в этом нет ничего страшного, но метр — это самая скромная оценка. И даже такое повышение может привести к опустошительному эффекту в масштабе мира. А некоторые ученые утверждают, что моря могут подняться на целых семь метров. Количество потерянных земель будет просто громадно. Кстати, а где вы живете?

- Через пару поколений может стать слишком жарко и засушливо, чтобы выращивать пшеницу в большинстве из тех областей, где она сейчас произрастает. Достаточно ли будет у ваших внуков еды? Средняя продолжительность жизни тоже уменьшится, поскольку присутствие азотной кислоты и смога в атмосфере ухудшит иммунитет человека и, следовательно, будет способствовать распространению болезней.

- Впереди уже маячит другое потенциальное бедствие — исчезновение лесов, что окажет существенное влияние на воздух, которым мы дышим. В настоящее время полным-полно источников углекислого газа — выхлопные трубы автомобилей, электростанции, заводы, а кроме того его выдыхаем мы — и люди и животные. Раньше постоянный уровень углекислоты в атмосфере поддерживался фотосинтезом растений — для этого процесса необходим CO_2. Вместе со значительным сокращением площадей лесов, покрывающих Землю, и по мере роста населения, баланс углекислого газа начинает нарушаться.

Есть ли выход?

Было предложено несколько вариантов исправления ситуации. Наиболее популярным решением на сегодняшний день является использование в качестве топлива метилового спирта вместо нефти. Тем не менее, поскольку метанол содержит углерод, несмотря на некоторые преимущества метиловый спирт все равно будет производить столько же углекислого газа, сколько и сгоревшая нефть. Есть еще одна идея — удалять углерод, выделяемый горящими ископаемыми топливами В настоящее время вполне возможно фильтровать воздух, удаляя из него углекислый и токсичные газы. Было даже предложено конвертировать углекислоту в метан (природный газ), который при сгорании хоть и образует CO_2, но поскольку он первоначально был получен из фильтров, общий выброс углекислого газа не должен увеличиться. Другой сценарий предусматривает вероятность того, что лет через 60—100 экономически более выгодно будет извлекать углерод из атмосферы (например, для использования в текстильной промышленности) чем получать его из угля, и это будет постепенно уменьшать количество CO_2 в воздухе, куда он сейчас выбрасывается.

Конечно, защитники углеродосодержащих топлив и те, кто за ними стоит — подсчитывающие барыши индустриальные магнаты — делали много попыток доказать, что нужно еще и еще раз дополнительно исследовать и доказать воздействие этих топлив на окружающую среду, прежде чем начать исцеление планеты. Естественно, большее количество исследований — это хорошая идея, поскольку нам необходимо как можно больше информации о загрязнении, но нет никаких причин задерживать начало перемен, ведь мы уже точно знаем, что ископаемые топлива загрязняют атмосферу. Есть множество механизмов воздействия на окружающую среду, которых мы не знаем, но очевидно, что углеродные топлива несут гибель, и мы должны полностью отказаться от них как от источников энергии. Это основная и недвусмысленная идея этой книги.

Другая мысль заключается в том, что средства для решения проблемы углеродосодержащих топлив находятся в руках наших правительств, и заставить их действовать — вот наша задача.

Настоящее лекарство

Таким образом, настоящая исцеляющая сила находится в руках людей — в ваших, читатели, руках. Эта книга была написана, чтобы дать тем, кто ее прочтет, оружие, необходимое для атаки на корпоративные и правительственные круги, чтобы заставить их остановить использование углеродосодержащих топлив.

Есть только одно средство против парникового эффекта и остальных нами упомянутых проблем, и это должно быть понято производителями и распространителями наших сегодняшних углеродосодержащих топлив. Мы должны избавиться от углерода как топлива и вместо него использовать другой важнейший элемент — водород. Используя чистый водород в качестве топлива, мы совсем не будем получать CO_2. Действительно, не считая небольшого количества NO_X, основным результирующим продуктом использования водорода в двигателях является абсолютно безвредный водяной пар. Использование водорода в качестве свободного от углерода топлива не только поможет остановить парниковый эффект, но также уничтожит кислотные дожди и другие загрязнители, не говоря уже о том, что мы с удовольствием избавимся от канцерогенных свойств некоторых компонентов современных углеродосодержащих топлив.

Заменить наши топлива водородом — единственный путь сохранить и повысить стандарты уровня жизни, дать нам мир без парникового эффекта, опасных загрязнителей и угрозы ядерных катастроф вроде Чернобыля. Возможно в ряде случаев термоядерный синтез сможет удовлетворить наши потребности в энергии, но то время, когда это может произойти, отстоит от нас лет на пятьдесят, если не больше, а перспектива экономически выгодного производства энергии с помощью термоядерного синтеза находится в еще более отдаленном будущем.

Таким образом, если внимательно ознакомиться с фактами, изложенными в этой книге, вас поразит следующее: оказывается, что борьба с углеродосодержащими топливами на данный момент вовсе не является главной задачей тех, кто борется с парниковым эффектом. Но, вероятно, вы уже поняли, кто проиграет политически и экономически, если ископаемые топлива будут осуждены на исчезновение, и кто противится переменам.

Часть 2

10 НАИЛУЧШИЙ ОТВЕТ — СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

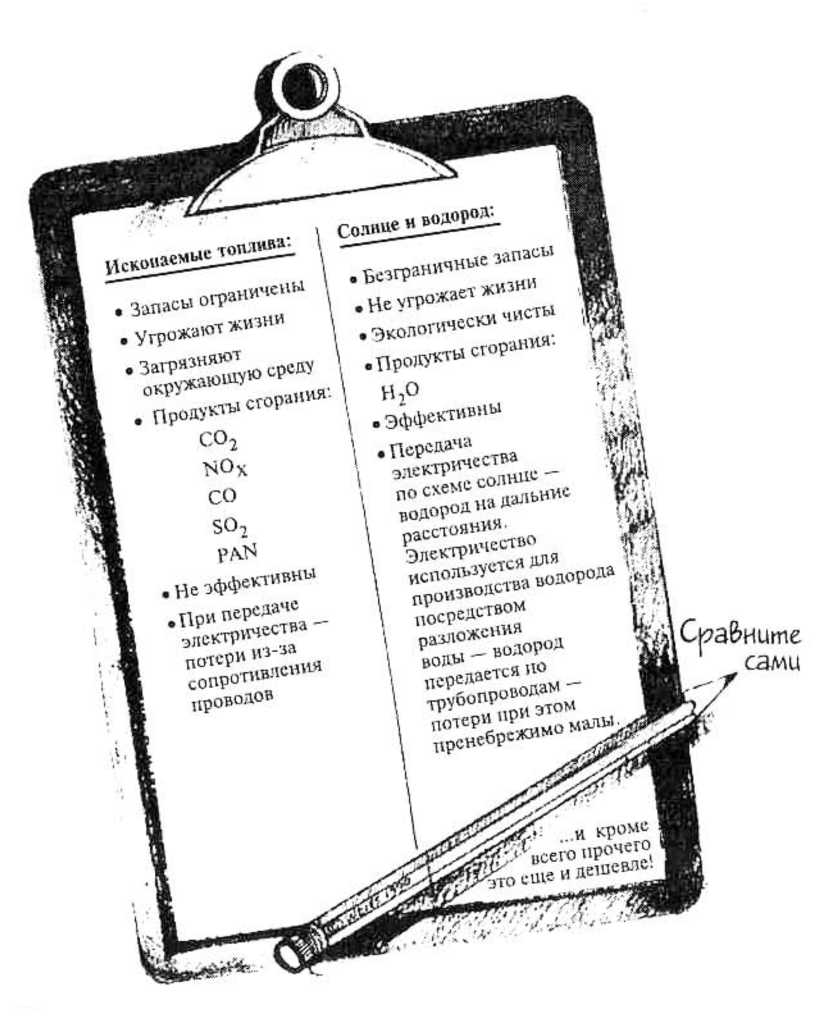
Многие люди знакомы с солнечными коллекторами, располагаемыми на крышах зданий. У них черная поверхность, и они поглощают солнечное тепло, передавая его текущей внутри воде, которая может быть использована в хозяйстве для нагрева водопроводной воды. Зачастую этого вполне достаточно, чтобы удовлетворить потребности кухни и ванной, и коллекторы окупают себя в период от трех до десяти лет, снижая счета за электричество.

Солнце может производить и электричество. Открытие, что солнечный свет может быть превращен в электрический ток, было сделано в 1954 г. Пирсоном, Чепменом и Фуллером в Белловских лабораториях. Они осветили лучами две различные кремниевые пластины, соединенные вместе наподобие бутерброда. Образовалась электрическая цепь, в которой в результате внутреннего фотоэффекта возник ток. Это электричество можно использовать для того, чтобы зажечь лампу, привести в движение мотор или, если использовать подобный «бутерброд» с достаточным количеством кремниевых слоев, обеспечить им город. Например, 1 м^2 такой солнечной батареи может дать мощность в 100 Вт (примерно одна двадцатая того, что потребляет одна квартира), если, конечно, солнце стоит высоко над головой и нет облаков. Получение электричества от солнечных лучей — вещь неоценимой важности, для мира это может стать источником энергии будущего.

Почему люди были против солнечной энергии

Долгие годы считалось, что использовать солнечную энергию не практично, потому что для этого она слишком рассеяна, слишком слаба. Еще одна причина заключалась в высокой

стоимости солнечных энергоустановок. Фотогальванические элементы, представляющие собой специально сконструированные кремниевые пластины, ранее изготовлялись вручную. Каждый слой «бутерброда» состоял из кремниевых кристаллов, которые наращивались отдельно, один за другим, до тех пор, пока слой не заполнялся. Нарастить достаточное количество кремния, чтобы сделать крупномасштабную пластину, было более чем дорого. Поэтому считалось, что солнечное электричество будет слишком дорогостоящим.



Тем не менее, новые открытия в конструировании фотогальванических элементов в корне изменили ситуацию. Сейчас разработан метод создания батарей, который не требует трудоемкого процесса выращивания кристаллов поодиночке. Используется новый материал, называемый аморфным кремнием (кремний с неупорядоченной кристаллической структурой), который дает прекрасный выход электричества от кремниевого слоистого элемента, хотя и не так много, как дорогостоящие одиночные кристаллы. Именно изобретение аморфного кремния позволило сделать революционный скачок в получении электричества от Солнца, прорыв, который может ввести нас в мир, где царит солнечная энергия.

Еще одним предметом беспокойства являлось то количество земли, которое необходимо для постройки солнечных энергоцентров — пространств, заполненных рядами фотогальванических элементов, подобных тем, что вы можете иногда увидеть на крышах домов. Разница только в том, что эти ряды могут тянуться на километры. Основным аргументом против таких электростанций было то, что земли, занятые солнечными панелями, будут потеряны для выращивания сельскохозяйственных культур. Действительно, площади, необходимые для обеспечения энергией города населением, скажем, в 0,5 млн чел., весьма велики — примерно 155 км^2. Однако эти земли могут и не быть сельскохозяйственными, это может быть засушливая земля пустыни.

Например, если мы предположим, что вся энергетика мира будет солнечной и будет расположена в пустынных зонах (что, конечно, весьма относительно, потому что как и сейчас домовладельцы смогут иметь собственные коллекторы), то она займет всего лишь небольшую их часть (примерно 10 % мировой пустыни). Таким образом, солнечную энергию вполне можно собирать в областях, которые и так потеряны для нужд человечества.

Специалисты по охране окружающей среды могут заявить, что протяженные пустынные ландшафты весьма важны в качестве мест обитания многих видов флоры и фауны. Действительно, произойдет некоторое нарушение жизни пустынь, когда будет устанавливаться собирающее солнечную энергию оборудование, но долгосрочного и серьезного ущерба среде не будет.

Как можно собирать солнечную энергию

Представим себе множество гелиостатов, расположенных на высоте трех-шести метров над поверхностью земли. Громадные зеркала, возможно пяти метров в диаметре будут изменять свое положение, следуя за положением солнца на небе. Его лучи будут отражаться от зеркал и направляться на батарею фотогальванических элементов. Единственным воздействием такой электростанции на пустынную жизнь будет то, что отбрасываемая ими тень будет способствовать понижению температуры вплоть до 10 °С, поскольку, оказавшись без солнца, поверхность пустыни быстро теряет тепло. Это изменение температурного режима может повлиять в первую очередь на популяцию насекомых. Тем не менее, пустынная фауна хорошо приспособлена к большим перепадам температуры между дневным и ночным периодами. Кроме того, зеркала не будут отбрасывать тень на всю поверхность солнечного энергоцентра, поскольку для движения транспорта между ними необходимы промежутки.

Освещая ночь

Еще одной серьезной причиной, по которой многие не понимают преимуществ солнечной энергетики является то, что людям не ясно — что же делать ночью. Ночное освещение городов с помощью солнечной энергии кажется сперва неестественным, но мы должны понимать, что если мы собираемся получать электричество в далеких от населенных пунктов пустынях, то должны будем разработать способ доставки его из мест, отдаленных на тысячи километров. Передача электроэнергии на такое огромное расстояние не эффективна, поскольку значительная ее часть будет потеряна по пути из-за сопротивления проводов.

Чтобы решить эту проблему, мы должны будем превратить солнечную энергию во что-нибудь, что можно хранить, передавать по трубопроводам, перевозить в контейнерах. Простейшим вариантом будет использование солнечного электричества для разложения воды на водород и кислород с помощью устройства, называемого электролизером. Полученный таким образом водород вполне можно перекачивать по трубам под высоким давлением. Будучи доставлен в населенные пункты, водород может быть напрямую исполь-

зован в качестве топлива или пропущен через устройство под названием топливный элемент, обратный электролизер, который конвертирует водород обратно в электричество (топливные элементы уже давно и успешно используются на борту космических кораблей, производя электричество и воду для космонавтов, а кроме того, электростанция на топливных элементах работает с 1984 г. в Токио, покрывая часть потребностей этого города в энергии).

Как показали профессора Огден и Вильямс из Принстонского университета, вследствие революции, произошедшей в производстве фотогальванических элементов, необходимых для получения водорода из воды, экономически конкурентоспособный водород можно будет производить (с помощью солнечных панелей из аморфного кремния) уже в начале или середине XXI века, если приложить усилия к окончательной отработке этой технологии.

Абсолютно никакого загрязнения

Схема использования солнечной энергии, о которой у нас пойдет разговор в дальнейшем, иногда еще называется солнечно-водородной энергетической системой. Положим для простоты, что солнечная энергия конвертируется в электричество, а для транспортирования его на дальние расстояния или для использования ночью, мы с помощью электролизера производим водород, тратя на это электричество, которое не нужно нам для неотложных дел — для обеспечения работы фабрик или использования в быту. Водород переправляется по трубопроводам в города, совсем как сейчас перекачивается природный газ.

Преимущество такой системы состоит в том, что излишнее электричество (то, которое не используется немедленно) производит водород и не пропадает. Кроме того, значительно дешевле транспортировать водород по трубам, чем избыточное электричество по проводам. И в конечном счете, важно, что водород и солнечная энергия не загрязняют окружающую среду. Когда водород используется в качестве источника тепла или энергии, его конечным продуктом является вода. Основанные на нем системы или совсем не производят CO_2, или производят его в ничтожных количествах. Кроме того, нет никакой серы, вызывающей кислотные

дожди, и никаких опасных загрязнителей, образующих смог. Солнечная энергия не кончится в ближайшие несколько миллиардов лет, она вечна с нашей точки зрения, и мы сможем получать водород из воды, зная, что она тоже никогда не кончится, ведь конечным продуктом будет опять же вода. Таким образом, солнечно-водородная энергия оказывается чистой и возобновляемой.

Многие природные процессы на нашей планете являются самоподдерживающимися — кровеносная система людей и животных, дыхательная система растений, животных и человека, пищевая цепочка и круговорот воды в природе. Разве не кажется вам, что и энергию мы должны получать из возобновляемого источника?

11

СОЕДИНЯЯ СОЛНЦЕ И ВОДОРОД

Преимущества солнечной энергетики

В этой главе мы более детально взглянем на предложенную нами энергетическую систему.

Без солнечных лучей жизнь на этой планете была бы невозможна. Наша жизнь была бы не так комфортна и удобна без электричества, нефти и бензина, но мы можем выжить без них. Без Солнца все растения и животные погибнут, и жизнь на Земле подойдет к концу.

Когда Солнце — сила которого оживляет нас — будет использоваться для производства электричества, то это будет чистая и безопасная форма энергии. Более того, эта энергия почти бесконечна. Мы говорим «почти», потому что наше Солнце, давая свет и энергию Земле и другим планетам Солнечной системы, понемногу сжигает себя, но не волнуйтесь, ведь ученые оценивают, что прежде чем погаснуть, оно будет светить еще несколько миллиардов лет.

Прямое и непрямое получение солнечной энергии

В понятие солнечной энергии входит не только солнечное излучение; есть виды энергии, которые наше светило производит не напрямую. Например, за дневное время суша нагревается быстрее, чем океаны, в результате сильнее нагревается и воздух над ней, становясь легче, он поднимается вверх. Более холодный воздух с океанов спешит заменить его собой, вызывая воздушные течения — ветры. Ночью все поворачивается вспять — земля остывает быстрее, находящийся над ней воздух начи-

7 - 75

нает двигаться в сторону океана, создавая противоположный ветер. Несколько столетий назад люди поняли, что вполне возможно использовать эти воздушные потоки, и стали строить ветряные мельницы, которые качали воду, мололи пшеницу и выполняли прочую рутинную работу. Сегодняшние потомки этих мельниц называются ветряными машинами, но основаны они на том же самом принципе. Большинство из них используется для производства электричества, хотя некоторые из них до сих пор качают воду и мелют зерно, особенно в странах третьего мира.

Еще одним примером непрямого действия солнечной энергии является гидроэлектричество. Солнечные лучи испаряют воду с поверхности океанов, озер и рек, образуя облака. Ветры несут их по направлению к суше. Проходя над ней, облака в конце концов встречают горы и поднимаются все выше и выше. Наверху, остыв, они проливаются дождем, сыплют снегом, ледяной крупой или орошают землю росой — осадками, образованными сконденсировавшимися на высоте водяными парами. Эти осадки в конечном итоге или формируют ручьи и реки, которые впадают в озера, моря или океаны, или уходят под землю, образуя подземные воды.

В прошлом, когда люди селились около быстрых ручьев или рек, они, чтобы использовать их энергию, строили водяные мельницы. В наше время люди строят громадные плотины, чтобы собрать побольше воды. Затем под напором пропускают ее сквозь гигантские турбины и получают электричество.

Есть и другие формы косвенного воздействия Солнца, которые не так хорошо известны, как упомянутые нами выше, — тепловая энергия океанов, течения и волны. Если первые два явления вызваны разницей температур, то последнее — энергией ветра. Приливы тоже можно считать непрямым воздействием Солнца, ведь они вызваны полем тяготения Луны, которая является частью Солнечной системы.

Непрямые формы солнечной энергии экологически чисты, хотя нам надо быть осторожными при выборе мест постройки плотин, чтобы они не угрожали различным видам растений и животных или человеческой жизни.

Недостатки солнечной энергии

Хотя солнечная энергия в своем прямом и косвенном воздействии хороша для окружающей среды, у нее все же есть свои



Прямые и непрямые формы солнечной энергии обычно доступны не там, где расположены центры ее потребления

недостатки. Она не столь удобна для использования, как бензин или природный газ. Например, мы не можем использовать энергию ветра, чтобы летать на больших самолетах. И хотя существуют маленькие и легкие автомобильчики, приводимые в движение электричеством, полученным от солнечных панелей на их крыше, они пригодны только для открытых пространств за городом, да и то лишь в солнечные дни. Мы не можем просто заправить машину солнечной энергией где и когда угодно.

В зонах умеренного климата солнце в среднем светит только шесть-семь часов в день, в тропиках — семь или восемь часов. Если будем двигаться от умеренных зон дальше на север или юг, то дни начнут становиться длиннее, но только летом, а зимой, наоборот, короче, но в то же время и интенсивность солнечных лучей тоже уменьшится, потому что им придется проходить большую дистанцию через рассеивающую атмосферу. Например в приполярных регионах «день» длится шесть месяцев, но солнечный свет там значительно слабее, чем в Европе или США, и еще слабее, чем на экваторе.

У солнечной энергии есть еще один недостаток, который мы уже отмечали — в целом ее прямое и непрямое воздействие сосредоточено в областях, далеких от центров ее потребления. Энергия солнечных лучей сильнее всего в тропиках и субтропиках, в то время как основные потребители сосредоточены в умеренных зонах. Энергия ветра наибольшая в полярных регио-

нах и не столь велика в умеренных областях. То же самое можно сказать и о гидроэнергии, термальной энергии океанов, энергии волн, течений и приливов — в большинстве своем она наименее доступна в тех районах, где более всего нужна.

Необходимость связующего звена

Существуют места, где в какое-то время и прямое и непрямое воздействие солнечной энергии недоступно. И даже если эта энергия присутствует, она достается нам не в той форме, в которой ее можно применить дома, на заводе или в транспортной системе, поэтому необходимо каким-нибудь образом аккумулировать энергию солнца, ветра, волн, океанического тепла, приливов и течений тогда и там, где она доступна. Другими словами, нам нужен накопитель энергии, который будет действовать как связующее звено (посредник) между солнечной энергией (прямой или непрямой) и потребителем.

Это связующее звено должно отвечать следующим условиям:

- оно должно быть удобно в хранении и транспортировании;
- это должно быть топливо, которое можно использовать на транспорте, в домах и промышленности;
- оно должно отвечать требованиям экологической чистоты;
- его ресурсы должно быть неограниченными.

Водород лучше всех отвечает перечисленным условиям. Он не производит никаких веществ, вызывающих парниковый эффект, никаких химикатов, образующих смог и кислотные дожди, за исключением оксидов азота, что в принципе контролируемо. Действительно, в топливном элементе оксиды азота полностью отсутствуют. Все, что он производит — это электричество и водяной пар. Таким образом, водород является самым чистым топливом.

Водород также и эффективное топливо. Он может быть конвертирован в другие формы энергии (механическую и электрическую) более эффективно, чем прочие виды топлива. Например, в автомобилях его коэффициент полезного действия составляет 60 %, в то время как эффективность бензина — всего 25 %. Другими словами, водород в 2,5 раза более эффективен, чем бензин. Для сверхзвуковых самолетов

водород оказывается на 38 % эффективнее реактивного топлива. Эта повышенная эффективность означает, что тратится меньше топлива и его хватит на большее расстояние.

Свойства водорода

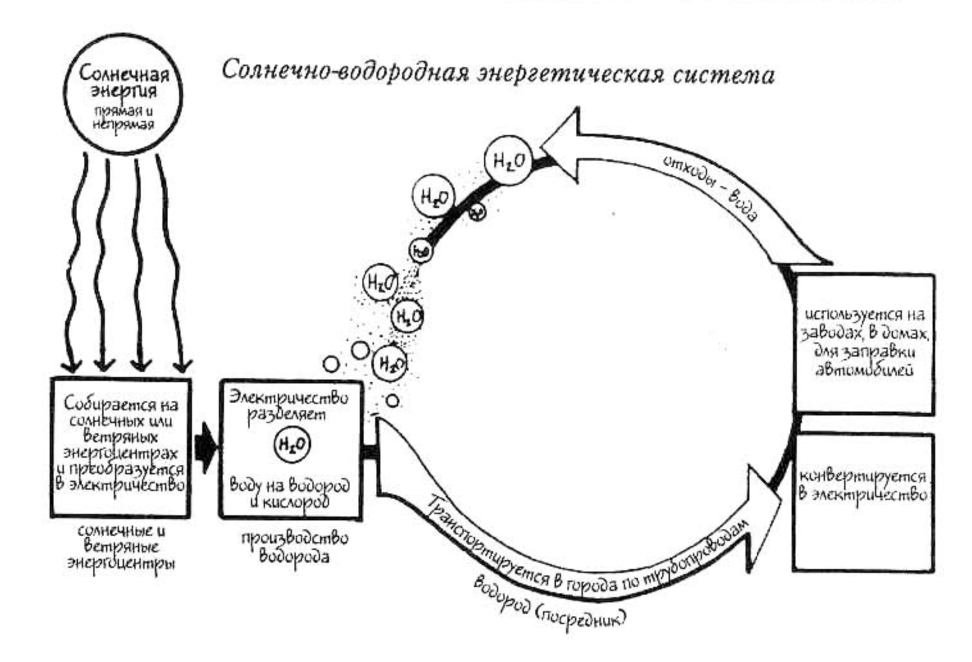
Водород, самый легкий из всех элементов, является в то же время и самым распространенным, составляя примерно 80 % всей материи во Вселенной. Он присутствует во всех типах ископаемых топлив даже после переработки и в самом большом из наших источников топлива — Солнце. Оно состоит почти на все 100 % из чистейшего водорода, а энергия его излучения появляется в результате реакции синтеза с участием атомов этого элемента. Юпитер тоже почти целиком состоит из водорода — жидкого на поверхности, твердого внутри и металлического в ядре планеты (металлический водород — это твердое состояние водорода, образованное под влиянием высокой температуры и давления).

На Земле водород в свободной форме редок, в основном он соединен с кислородом, образуя воду. Каждые два из трех атомов молекулы воды представляют собой водород, так что океаны, озера и реки — это просто настоящие водородные «шахты». Если мы собираемся использовать водород в качестве энергоносителя, мы должны производить его из насыщенных им соединений, так что вода, именно то, что нам надо (особенно, если вспомнить, что в результате применения водорода как топлива мы снова получим воду).

Солнечно-водородная энергетическая система

Водород очень хорошо восполняет недостатки солнечной энергетики, и это соединение солнца и водорода называют солнечно-водородной энергетической системой.

В ней водород производится одним из методов его получения с использованием солнечной энергии в ее прямой или непрямой форме в зависимости от того, как удобнее. Затем он может переправляться по трубопроводу или в супертанкере в те районы, где нужно получить электричество или где



водород может быть сразу использован в качестве топлива для обогрева, приготовления пищи или на транспорте. Везде, где сейчас используются ископаемые топлива, вполне можно применять водород, получая при этом значительную выгоду, не ухудшая состояние окружающей среды.

Солнечная энергия и водород идут рука об руку. Они не лягут на планету тяжелым бременем, так как не создают загрязнения, кислотных дождей или парникового эффекта, а кроме того водород — весьма эффективное и практически безотходное топливо.

Заключение

Думается, имеет смысл использовать чистые и возобновляемые формы энергии. Солнце и водород существуют вместе уже долгое время и будут производить энергию еще столько времени, что даже трудно представить. Чтобы сделать жизнь более здоровой, нам стоит воспользоваться ими.

12

ТОПЛИВО ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Если соединить вместе солнечную энергию и водород, они предоставят энергию для транспортной системы, обогрева и охлаждения, домашних нужд и освещения, причем не только днем, но и ночью, и когда небо покрыто облаками. Они могут обеспечить все потребности деревень и городов с их промышленными предприятиями. Это очень гибкая система, которой можно найти применение в любой сфере жизни общества. Она может делать все чище и эффективнее, чем ископаемые топлива.

Топливо для промышленности

В ходе промышленной революции машины начали вытеснять человеческий труд. Это привело к снижению цен на товары, и, таким образом, многие люди получили возможность приобретать их. Общество двинулось по направлению к достатку. Чтобы удовлетворять растущие запросы постоянно увеличивающегося населения, за два века после начала промышленной революции резко возросло количество заводов, да и сами они стали крупнее, что привело к повышеннному энергопотреблению.

Созданная инфраструктура потребления ископаемых топлив (топливовозы и трубопроводы), вполне может быть использована при переходе на солнечно-водородную энергетику. Окружающая среда от этого только выиграет.

Первый шаг всегда самый трудный. Но мы знаем — чтобы сохранить окружающую среду, все равно придется идти на перемены в организации промышленного производства. Нужно только, чтобы эти перемены осуществлялись относительно безболезненно. Нам есть над чем подумать, но в первую очередь мы должны решить, как солнечная энергия станет основой промышленности, а затем можно думать и о ее приложениях.

Солнечно-водородное производство

Как мы уже упоминали, хотя солнечная энергия экологически благоприятна, но не всегда и не везде доступна. В среднем ее можно получать в течение примерно одной трети суток, и даже тогда ее интенсивность меняется от слабой по утрам и вечерам до максимальной в полдень. Поэтому мы должны запасать солнечную энергию в те моменты, когда ее много, чтобы использовать потом, когда она отсутствует.

С помощью солнечной энергии экологически чистый водород можно производить четырьмя различными путями — прямым нагревом, термохимическим путем, электролизом и фотолизом.

Прямой нагрев

В этом методе водяной пар нагревается до 1400 °С или выше, после чего молекулы воды (кратко — H_2O) начинают распадаться, образуя газообразные водород и кислород. Чем выше температура, тем выше скорость распада молекул в паре. Тот же эффект может быть достигнут путем уменьшения давления пара, другими словами, высокие температуры и малые давления — наилучшие условия для получения водорода методом прямого нагрева.

Чтобы получить достаточно большое количество водорода, которое можно было бы использовать в промышленности, нагрев должен происходить до 2500—3000 °С. Самым экологически чистым способом получения таких температур является использование энергии Солнца. Но как это обеспечить? Солнечные лучи ведь не несут такое количество тепла к поверхности земли.

Решением является система зеркал, собирающая и концентрирующая лучи на малой поверхности, что очень похоже на поджигание бумаги с помощью увеличительного стекла. Большие концентрирующие (параболические) зеркала могут фокусировать солнечную энергию на контейнерах с водой. Такая конструкция называется солнечной печью, поскольку она дает высокотемпературный пар без всякого загрязнения.

Тем не менее есть две проблемы, связанные с этим методом. Одна из них заключается в том, что контейнеры для воды не выдержат температуру, необходимую для начала реакции разложения воды, следовательно, должна быть ис-

пользована весьма эффективная система их охлаждения. А вторая проблема состоит в том, что разделившись, водород и кислород при снижении температуры могут начать соединяться, вновь образуя воду. Исследования по производству водорода из воды методом прямого нагрева проводятся сейчас во Французской национальной лаборатории по солнечной энергетике в Одейо, и их целью является поиск эффективных и экономически выгодных путей применения этого метода.

Термохимический метод

В принципе нам не нужны температуры 2500—3000 °С, чтобы разлагать воду. Если гораздо более холодный пар пропустить через порошок железа при температуре 300—1000 °С, то кислород покинет связанный с ним водород, окислив железо и образовав ржавчину. Затем, нагрев ржавчину, мы сможем восстановить железо, снова получив готовый к работе порошок. Используя большое количество железного порошка и постоянно повторяя этот процесс, можно получать газообразный водород. Это лишь один пример термохимического метода. В настоящее время проводятся исследования по применению таких металлов и химических веществ, чтобы этот процесс стал более дешевым.

Электролитический метод

Технология этого метода в наши дни уже хорошо разработана. С ее помощью элементы, подобные автомобильным аккумуляторам, используются для производства водорода и кислорода из воды. Каждый элемент состоит из двух электродов, помещенных в электролит (воду с добавлением специальных химических веществ, повышающих ее электропроводность) и подсоединен к источнику постоянного тока. Если к электродам приложить напряжение, достаточное для возникновения тока, то кислород будет выделяться на одном из них (аноде), а водород — на другом (катоде). Таким образом, вместо того, чтобы разлагать пар с помощью тепла, мы разлагаем воду электричеством.

Заметим, что, когда с помощью солнечной энергии мы нагреваем пар, используя метод прямого нагрева или термохимический метод, а также получаем электричество для производства водорода электролизом, мы ограничены тем временем, когда светит солнце. Чтобы использовать эти методы, нужно провести исследования и найти способы запасать солнечную энергию, чтобы производить электроэнергию 24 ч в сутки.

Фотолитический метод

В этом последнем методе солнце используется для прямого разложения воды на водород и кислород, не прибегая к помощи высоких температур или электричества.

Молекулы воды поглощают мельчайшие частицы, из которых состоят солнечные лучи — фотоны. Захватив много этих частиц, молекула сама распадается на водород и кислород. Это явление называется фотолизом.

Фотоны ультрафиолетовой части спектра солнечных лучей обладают достаточно высокой энергией, необходимой для прямого фотолиза воды. Однако большая часть ультрафиолетового излучения поглощается в верхних слоях атмосферы озоновым слоем (даже несмотря на то, что он истончается). Таким образом, не так уж много ультрафиолета достигает земли. С одной стороны, это очень хорошо, потому что слишком большое его количество было бы опасно для живых существ. Но, с другой стороны, для фотолиза нам нужно или усилить солнечное излучение, или как-нибудь инициировать разложение воды. И если первое небезопасно для здоровья, то лучше помочь воде распадаться, добавляя в нее металлы или другие неорганические вещества, которые будут поглощать больше фотонов, чем это может сделать сама вода.

Фотолитический метод получения водорода не очень эффективен, зато он дешевле, чем остальные, потому что нет необходимости в использовании какого-нибудь оборудования и механизмов — ничего того, что само бы потребляло энергию.

Хранение

Мы вам продемонстрировали, что существуют чистые способы производства водорода, но как его можно хранить, чтобы использовать для нужд промышленности? В крупных масштабах лучше всего хранить «солнечный» водород под землей — это самое дешевое решение. Например, мы можем использовать пустоты, оставшиеся после выкачивания нефти и природного газа, или шахты и прочие подземные сооружения. Подобные хранилища уже существуют в Великобритании и Франции.

Распределение

Теперь нам надо доставить запасенный водород промышленности. В небольших количествах его можно перевозить и распределять в топливовозах как газ, но для промышленности, требующей громадных количеств энергии, трубопроводы являются гораздо более экономичным способом транспортирования и распределения больших объемов водорода.

В действительности уже существуют водородные трубопроводы в некоторых районах США и Европы, использование которых уже позволило накопить определенный опыт безопасного распределения водорода. Этот опыт неоценим, потому что, если энергию необходимо переправить на 3000 км, куда дешевле транспортировать ее по трубам в качестве водорода, чем по высоковольтным линиям в виде электричества. Электроэнергия, передаваемая по проводам непременно должна быть использована, иначе она пропадет. Водород же может оставаться в трубах до тех пор, пока не понадобится — это значительное преимущество.

Другим доводом в пользу водорода является то, что в этом случае не нужно отчуждать земли для постройки линий электропередач. Например, представим себе промышленный комплекс, получающий электричество по высоковольтным проводам. Такая линия на всем своем протяжении от трансформаторной станции до комплекса представляет собой полосу отчуждения шириной примерно 100 м или даже более, и все это тянется на многие километры, включая в себя неприглядные башни, опоры и провода, уродующие пейзаж. Однако этот же комплекс мог бы удовлетворять свои потребности в энергии с помощью водорода. Электричество получалось бы прямо на предприятии в топливных элементах, механическая энергия — в водородных транспортных средствах, тепловая — при обогреве зданий с помощью газовых водородных нагревателей. И весь этот водород мог бы быть доставлен на комплекс по одной единственной подземной трубе.

А что же будет с кислородом?

В водородной энергетической системе из воды, одновременно с водородом, также производится и кислород. Он мо-

жет быть помещен в хранилища и (или) доставлен по трубопроводам к тем производствам, которые в нем нуждаются, или просто выброшен в атмосферу. При сжигании водород будет соединяться с кислородом или из хранилищ, или прямо из воздуха. Таким образом, если весь водород будет перерабатываться и в результате работы водородной энергетической системы не будет происходить увеличения или уменьшения его содержания в окружающей среде, то и кислород тоже будет полностью перерабатываться, и его количество тоже останется постоянным.

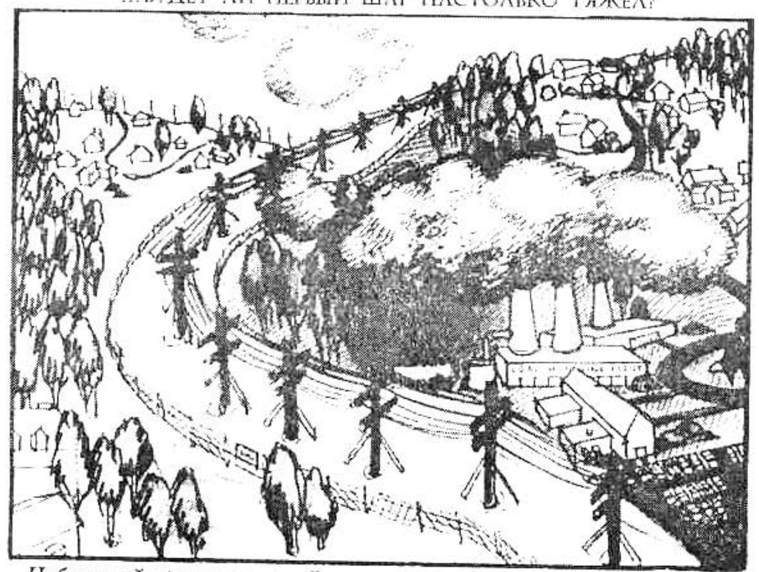
Для транспорта, наземного или воздушного, необходимый кислород будет получен из атмосферы, и, следовательно, соответствующее его количество — полученное вместе с водородом при разложении воды — должно быть выпущено в воздух. В других же случаях, например, в ракетах и космических кораблях, кислород и водород в жидком виде будут находиться на борту в специальных баках, поскольку в космосе нет кислорода. На мощные электростанции на топливных элементах чистый кислород может доставляться по трубопроводам. В сравнении с получением кислорода из воздуха, это позволит увеличить эффективность работы топливного элемента.

Конечно, под лучами солнца, особенно ультрафиолетовыми, молекулы кислорода могут распадаться на атомы, а затем рекомбинировать с другими молекулами, образуя озон. Но в природе этот процесс и так происходит постоянно, поскольку воздух содержит 21 % кислорода, и к тому же он весьма неинтенсивен. Развитие водородных энергетических систем не приведет к заметному изменению содержания кислорода в атмосфере. Его средняя величина, несмотря на небольшие колебания в сторону увеличения или уменьшения, останется неизменной.

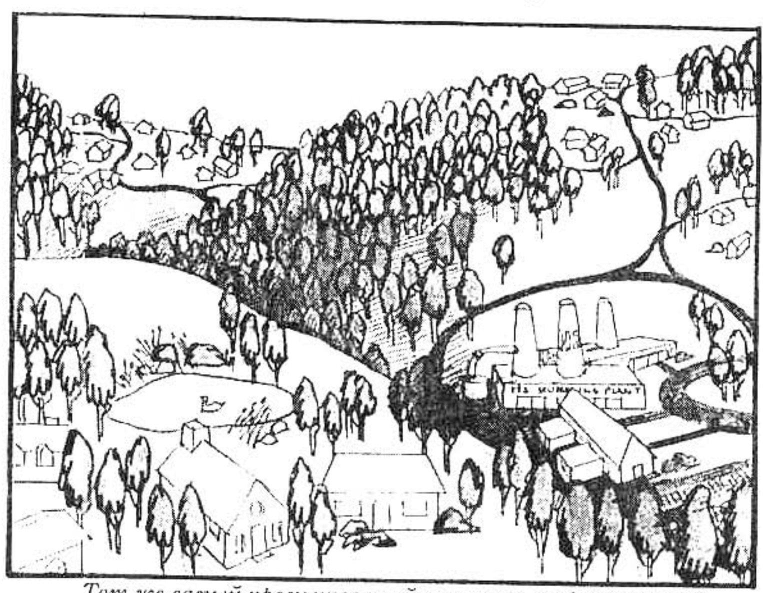
Промышленные отходы

Если мы начнем производство «солнечного» водорода и «солнечного» электричества (в прямом или непрямом процессе), то в конце концов сможем удовлетворить все потребности промышленности без загрязнения окружающей среды.

ПЕРЕХОД НА СОЛНЕЧНО-ВОДОРОДНУЮ ЭНЕРГЕТИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ...БУДЕТ ЛИ ПЕРВЫЙ ШАГ НАСТОЛЬКО ТЯЖЕЛ?



Небольшой промышленный комплекс получает электричество по высоковольтной линии (обратите внимание на широкую полосу отчуждения вокруг опор электропередачи)



Тот же самый промышленный комплекс, энергетические потребности которого удовлетворяются водородом (водород подается по подземному трубопроводу)

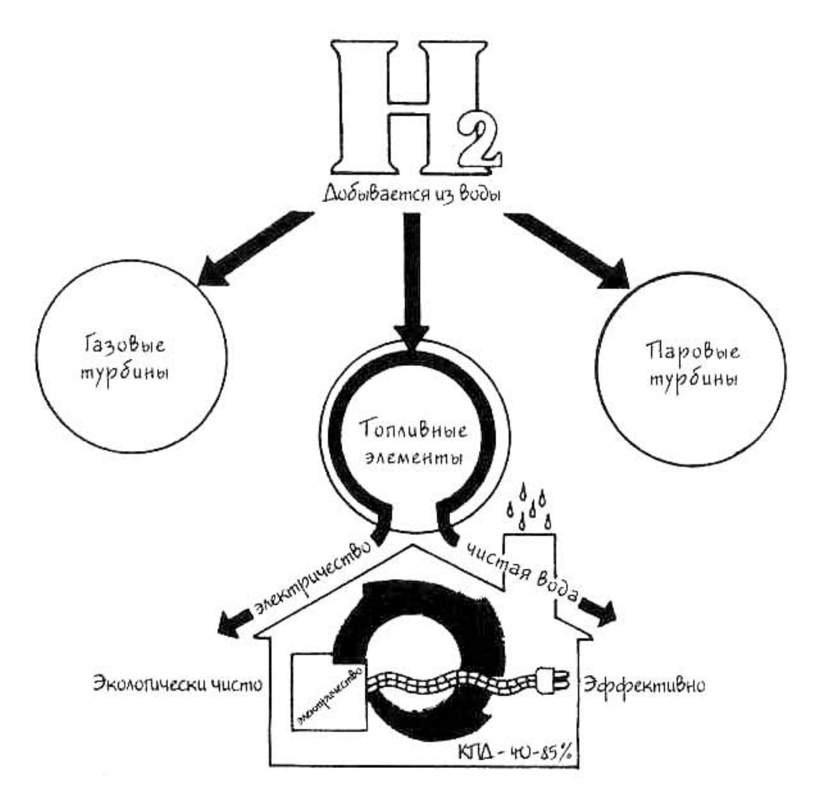
13
ЭНЕРГИЯ ДЛЯ ДОМА

Электричество от солнца

В предыдущих двух главах мы узнали, как солнечная энергия в своих двух формах может быть использована вместо ископаемых топлив для удовлетворения наших нужд, включая и производство электричества. Некоторая часть этой электроэнергии может быть использована для разложения воды на водород и кислород в устройстве, называемом электролизером. Водород потом можно применять в качестве источника энергии, когда нет солнца, например ночью, или когда недоступны непрямые формы солнечной энергии.

Электричество может быть получено из водорода тремя разными путями — с использованием газовой турбины, паровой турбины и топливного элемента. Сегодня газовые турбины используются для получения механической и производства электрической энергии (когда турбина соединена с генератором). Обычно в них используется природный газ, наполняющий атмосферу углекислотой и другими загрязнителями, но если газовые турбины будут работать на водороде, они смогут производить то же количество энергии чисто и более эффективно.

Большие количества механической и электрической энергии мы получаем от паровых турбин. Сейчас они применяются там, где царят уголь и мазут, загрязняющие планету и способствующие развитию парникового эффекта, или на атомных электростанциях, у которых тоже немало проблем (см. главу 8). Однако пар может быть получен гораздо более чистым путем сжигания водорода в чистом кислороде. При этом он нагревается до 3000 °С, что в 10, а то и в 20 раз выше, чем самая большая температура в обычной духовке. Голубое пламя, вырывающееся из дюз при старте космического корабля, состоит как раз из такого высокотемпературного водяного пара, полученного при сгорании водорода в кислороде. Конечно, ни один конструктивный материал не может без дополнительного охлаждения долго выдерживать такую жару, так что ракетные двигатели возле сопла приходится охлаждать жидким водородом с температу-



рой –253 °С. На электростанциях, чтобы снизить температуру до допустимого уровня, к горячему пару добавляют воду.

Есть также и третий способ получения электричества из водорода, который основан на его уникальных особенностях. В топливных элементах водород соединяется с кислородом и производит электричество; при этом конечным продуктом является вода — источник водорода, так что процесс получается возобновляемым и экологически чистым.

Электроэнергия из топливных элементов может быть использована для домашних и промышленных нужд, хотя, конечно, ее нужно трансформировать, прежде чем использовать в энергетических системах. Топливные элементы могут быть самого разного размера: маленькие, размером вдвое меньшим домашнего кондиционера, вполне могут обеспечить все потребности квартиры или дома в электричестве, большие —

снабжать энергией заводы, магазины и т.д. В зависимости от типа топливного элемента его эффективность может меняться от 40 до 85 %. Кроме электричества эти элементы производят еще и тепло, которое может нагревать воду, отапливать помещения и использоваться для сушки.

В Японии с 1984 г. успешно работает электростанция на топливных элементах мощностью 4,5 МВт, которой достаточно для города с населением в 10 тыс. чел., а в США несколько установок мощностью 40 кВт испытаны в качестве источников электричества для домов и показали эффективность 70 %. Если продолжить работы, то в будущем вполне можно повысить коэффициент полезного действия этих устройств.

Еще одним преимуществом топливных элементов является то, что отпадает необходимость строительства множества трансформаторных станций, поскольку каждый дом, здание или предприятие будут производить свою собственную электроэнергию. Это избавит ландшафт от многочисленных опор линий электропередач, уродующих его.

Наилучшим топливом для топливных элементов является водород. Получая его из ископаемых топлив или спиртов наподобие метилового, мы будем загрязнять атмосферу, что приведет к парниковому эффекту, кислотным дождям и смогу. Но получая водород из воды, мы не наносим ущерба природе. И настанет день, когда каждый дом, фабрика, магазин, офис будут оснащены собственным топливным элементом. При этом мы должны быть уверены, что топливо для него получено самым безопасным путем — из воды.

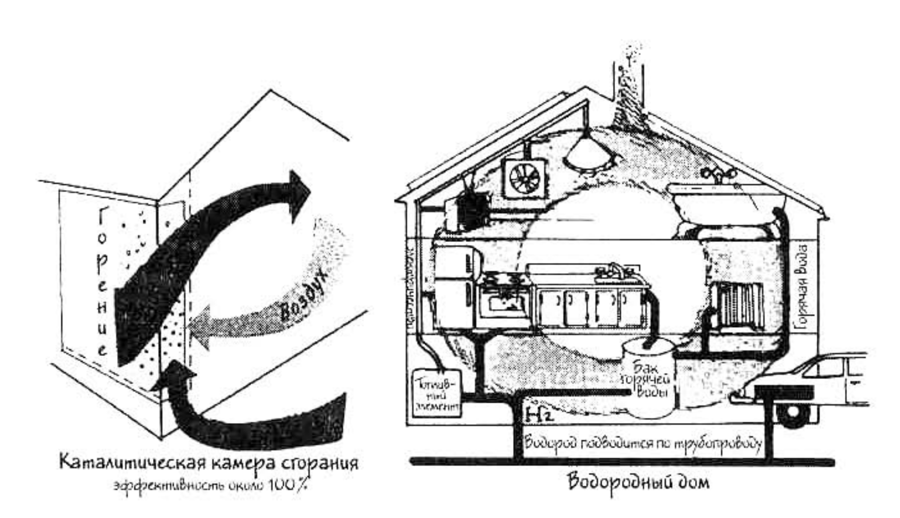
Практические применения

Отопление и кондиционирование

Дома, офисы и предприятия должны либо отапливаться, либо кондиционироваться, чтобы создать людям комфортные условия для жизни и работы. Используя солнечно-водородную систему этого очень легко добиться. Произведя электричество, мы можем пустить его на обогрев, получив тепло с помощью электронагревателей или тепловых насосов; посредством обычных систем воздушного кондиционирования применить электричество для охлаждения, а

в кондиционерах с реверсивным циклом — одновременно и для обогрева, и для охлаждения.

Уже разработаны встроенные в стены отопительные системы, основанные на каталитическом сжигании водорода. Они используют его уникальное свойство сгорать без пламени. Воздух попадает в такую систему через каталитическую пластину, сделанную из пористой керамики с вкраплениями платины. Водород поступает с другой стороны, и беспламенное горение происходит внутри пористого материала, распространяя тепло по комнате. Подобные панели могут быть развешаны по комнате, встроены в стены или скрыты под различными поверхностями, чтобы не портить интерьер. Такие комнатные нагреватели могут работать при относительно низких температурах и при этом с высокой (почти 100 %-ной) эффективностью.



Каталитическая камера сгорания
эффективность около 100%

Водородный дом

Еще одним способом использования водорода для обогрева и охлаждения может стать устройство, которое применяется для сохранения постоянной температуры в космических скафандрах — гидридный тепловой насос. Гидриды — это металлические сплавы, взаимодействующие с водородом и впитывающие его, как губка воду. Эти «металлические губки» чувствительны к температуре, «выжимая», высвобождая, водород при ее повышении и поглощая при охлаждении. Эти их свойства использовались для построения систем отопления и ох-

лаждения, разработанных в Японии и США, и в скором времени мы сможем увидеть их в продаже. Большое преимущество таких систем заключается в том, что в них не используется фреон, поэтому они не наносят ущерб озоновому слою.

Приготовление пищи

Приготовление пищи — дело первой необходимости. Мы немало продвинулись в этом направлении со времен наших предков и уже не можем отказаться от своих кухонных плит, печей, духовок и микроволновок, так что нам нужна чистая и эффективная форма энергии, чтобы поддерживать те стандарты жизни, к которым мы привыкли с детства. Солнечно-водородная энергетика способна дать это.

Самый очевидный и простой способ — использовать водород в обычных газовых горелках, а поскольку водородное пламя практически невидимо, то в него можно добавлять небольшие количества углеводородов или других примесей, чтобы окрасить огонь для обеспечения большей безопасности.

Другой путь — использовать не менее обычные электрические плиты, работающие на энергии, полученной от солнца и водорода с использованием топливных элементов.

Но есть еще и третий метод — использовать каталитическое горение, как и в описанных выше нагревателях. Большим его преимуществом является то, что тепло производится без открытого пламени и при достаточно низкой температуре. Такие устройства более безопасны и отдают кастрюлям и сковородам для приготовления еды больше тепла. Эффективность каталитического сжигания водорода с целью приготовления пищи достигает 85 %, в то время как у обычных газовых горелок она равна 70 %. И оба эти метода куда эффективнее традиционного сжигания природного газа, который дает только 60 %-ную эффективность.

В тропиках прямые солнечные лучи позволят готовить пищу прямо на открытом воздухе. Уже существуют солнечные печки, концентрирующие тепло солнца на кастрюле или сковороде.

Освещение

Свет — вот еще одна насущная необходимость нашей жизни, причем освещение необходимо не только в домах и других зданиях, но на улицах.

В дневное время нам вполне хватает света солнца, особенно на открытых пространствах или в малоэтажных домах с большим количеством окон. Солнечный свет — наиболее естественный для человека, и его несущие энергию лучи в первую очередь способствовали развитию жизни на нашей планете.

Но если мы взглянем на комнаты в высотных домах и офисных зданиях, заслоняющих друг от друга солнце, то увидим, что многие из них или совсем не освещены, или получают очень мало дневного света. Япония стоит на переднем крае борьбы с этим явлением — там разработаны так называемые «солнечные трубы». Начинаясь там, где света достаточно (на крыше или солнечной стороне здания), трубы с отражающей внутренней поверхностью и зеркалами на изгибе направляют лучи света во внутренние комнаты и коридоры. Пройдя сквозь эту уникальную систему, свет остается достаточно сильным, чтобы можно было принимать солнечные ванны в собственной спальне. И хотя эта японская система освещения входит в моду, полученное от солнечной энергии и (или) из водорода электричество, подведенное к лампочкам, представляет собой гораздо более удобный источник света.

Нагрев воды

В домах, офисах, общественных местах и на предприятиях нам нужна горячая вода. В тропиках, субтропиках и районах умеренного климата солнце можно напрямую использовать для нагрева воды — солнечные водяные нагреватели стали первым экономически выгодным применением его энергии. Они очень популярны в средиземноморских странах, на юге США и других жарких регионах.

Там же, где солнечного света недостаточно, можно будет применять традиционные водяные нагреватели, использующие вместо природного газа водород. Эффективность обычной газовой колонки составляет 60 %, а коэффициент полезного действия водородного нагревателя — 70 % (чем выше эффективность, тем меньше теряется тепла). Чтобы повысить эффективность и приблизить ее к 100 %, разрабываются другие методы нагрева воды, например, каталитические сжигатели.

Водоснабжение

Потребность в воде — одна из основных для человека и общества. В деревнях и других местах, где нет водопровода, используются колодцы. Чтобы выкачивать подземную воду с

глубины, можно использовать солнечно-водородную энергию. Во-первых, можно с помощью солнечного и (или) водородного электричества привести в действие обычный водяной насос; во-вторых, если нет подвода электроэнергии, ничто не мешает подключить насос к водородному двигателю внутреннего сгорания; в-третьих, там, где велика энергия ветра, ее можно направить к тому же насосу, а в-четвертых, можно применить гидридную установку, использующую солнечное и (или) сбросное тепло. Разработке эффективных гидридных установок различного назначения уделяется в последнее время все бóльшее внимание.

Холодильники

В былые времена люди хранили пищу в погребах и кладовых, где воздух был прохладнее, чем снаружи. Затем появились ледники, куда приносили лед, купленный у тех, кто либо хранил его с прошлой зимы, либо мог приготовить его. Теперь же, чтобы сохранять пищу свежей, мы пользуемся холодильниками.

Если солнечное и (или) водородное электричество будут доступны, то использование его в обычных холодильниках станет обычным и привычным делом. Второй способ заключается в применении водорода для нагревания хладагента вместо природного газа в газовых холодильниках, преимуществом которых является отсутствие движущихся частей, что способствует более тихой работе, долгому сроку службы и низкой стоимости эксплуатации. При третьем способе каталитического горения хладагент будет нагреваться без открытого пламени, еще более увеличивая безопасность и эффективность работы. Четвертая альтернатива — применение гидридных систем, которые позволят избавиться от фреонов и сохранить озоновый слой.

Бытовые приборы и оборудование

Многие бытовые приборы и устройства — швейные и посудомоечные машины, компьютеры, электрические зубные щетки, пилы, дрели, радиоприемники, телевизоры, музыкальные центры и многие другие — нуждаются в электрических моторах и электронике, которые вполне могут работать на электричестве, полученном в солнечно-водородном цикле, не создающем загрязнителей, характерных для ископаемых топлив.

Некоторые из этих приспособлений — сушки для одежды, кухонные плиты, холодильники и водяные нагреватели — могут работать и на топливе. В этом случае может быть использована тепловая энергия, полученная при обычном или каталитическом горении водорода.

Солнечно-водородный дом и автомобиль

В будущем, когда народы мира полностью перейдут на солнечно-водородную энергетическую систему, не будет такого «засорения» ландшафта, как линии электропередач, которые пересекают сельскую местность и улицы городов. Энергия для всех нужд людей будет получаться от солнца (прямо или косвенно) и водорода. В города солнечно-водородная энергия придет из так называемых «солнечных ферм» — энергоцентров, созданных для использования различных форм солнечной энергии в зависимости от их расположения и времени суток.

Водород, произведенный на центральных водородных станциях, будет поступать в дома и прочие здания по подземным трубопроводам примерно так, как подаются природный газ и мазут сегодня (например, для обогрева, приготовления пищи,



Готова ли ты услышать следующее: согласно данным Национальной федерации защиты дикой природы (основанным на статистике использования электричества, полученного из угля) **твой личный вклад в глобальное потепление заключается в...** *5,8 килограмм углекислого газа в час от тостера, 5,8 килограмм в день от холодильника... и это не говоря уже о других приспособлениях и приборах, как на кухне, так и по всему дому!*

сушки и т.д.). Для получения электричества будут использоваться различные типы топливных элементов. Чтобы ездить по городу, люди смогут заправлять свои автомобили водородом от домашнего трубопровода (конечно, будут нужны и общественные заправки для длительных поездок). Эксперименты показывают, что водородные автомобили нуждаются в меньшем техническом обслуживании, поскольку этот газ не производит ни химикатов, приводящих к коррозии конструкции, ни углеродной сажи, нарастающей в камере сгорания. Значит, работы в гараже будет гораздо меньше по сравнению с сегодняшним днем, и это тоже выгодно отличает использование солнечно-водородной энергетики вместо современных ископаемых топлив.

Водород, таким образом, является разносторонним, экологически чистым и гибким посредником в ежедневном применении солнечной энергии. Человек уже не будет просыпаться утром в клубáх зловонных и опасных загрязнителей.



Какой сон вы выберете?

14
САМОЛЕТЫ, ПОЕЗДА, АВТОМОБИЛИ И КОРАБЛИ

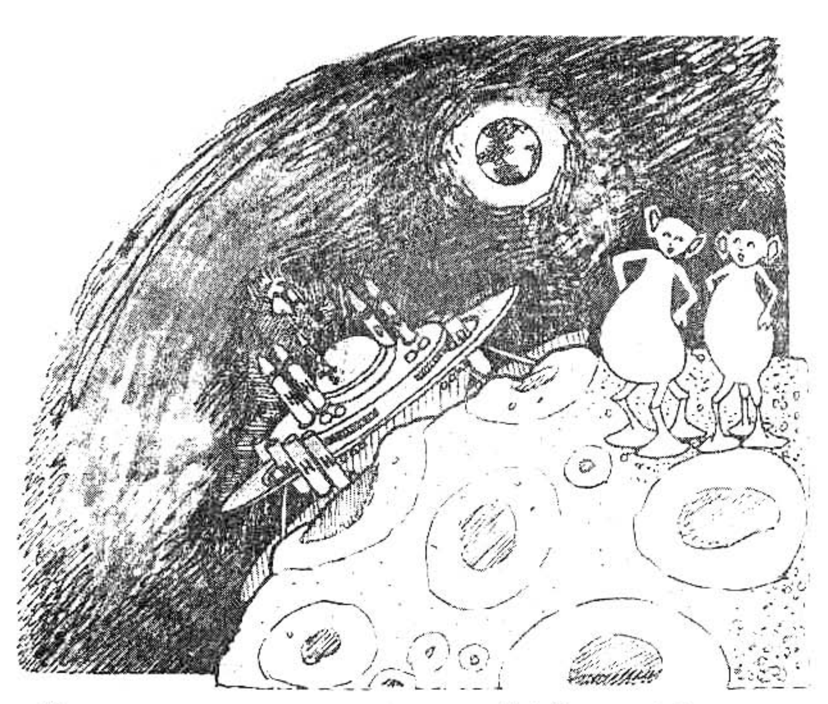
Самолеты, поезда, автомобили и корабли — всех их может привести в движение солнечная энергия или полученный с ее помощью водород. Уникальные свойства водорода — самого легкого и наиболее быстро горящего из всех известных топлив — делают его прекрасным горючим для ракет и просто идеальным для многих видов транспорта.

Космические путешествия

Чтобы изучать мир за пределами нашей планеты, космическим кораблям приходится преодолевать огромные расстояния. Им необходимо развивать громадные скорости, раз в 30 выше, чем у обычного самолета, чтобы преодолеть притяжение Земли, выйти на орбиту и направиться к Луне или другим планетам (здесь необходима скорость в 25 раз превышающая скорость звука). Чтобы так быстро двигаться, ракетам нужны очень мощные реактивные двигатели, потребляющие огромное количество топлива. Поэтому космический корабль должен быть достаточно вместительным, чтобы нести на себе и горючее, и окислитель — кислород, которого в космосе нет. Решить эту проблему можно, используя самое легкое горючее из всех существующих. В этом отношении водород идеален, потому что он представляет собой самый легкий элемент во Вселенной, поэтому очень быстро горит; он может быть сжат или сжижен, что позволяет сократить занимаемый им объем. Итак, водородное топливо — лучший выбор для космонавтики. Сегодня и русские, и европейцы, и японцы уже используют в своих космических программах в качестве топлива водород. Национальная администрация аэронавтики и космических исследований США (НАСА) является крупнейшим потребителем водорода в мире, он стал основным топливом для ее космических кораблей.

Без помощи водорода НАСА не смогла бы отправить человека на Луну и осуществить его безопасное возвращение. Здесь стоит упомянуть, что не водород стал причиной трагической катастрофы «Челенджера» в 1985 г. Авария произошла из-за того, что пламя вырвалось из твердотопливных ускорителей, швы на которых были дефектными, перекинулось на баки с водородом и кислородом, в результате чего произошел взрыв.

НАСА работает по созданию претенциозной космической станции, которая будет собираться в космосе. Ее составные части будут доставлять «Шатлами» на орбиту, а основным топливом для них будет водород. Кроме того, на самой станции водород посредством топливных элементов будет использоваться для получения электричества. Топливные элементы помимо электроэнергии, обеспечивающей функционирование космической станции, будут производить еще и чистую воду. Электричество, полученное с помощью солнечных панелей, разложит воду на водород и кислород, которые затем, когда



Не могу понять, почему они используют водород и кислород как топливо только здесь, и в то же время с таким трудом привыкают к ним на собственной планете.

станция окажется в тени Земли, будут использоваться в топливных элементах. Если солнечные лучи не попадают на солнечные панели, то они становятся бесполезными. Водород же является самым эффективным аккумулятором энергии для производства электричества в любое время.

Аэропланы, аэрокосмические самолеты и дирижабли

Из-за своего малого веса и высокой теплоты сгорания водород является идеальным топливом и для самолетов, как обычных, так и аэрокосмических, которые смогут летать и в атмосфере, и за ее пределами. 15 апреля 1988 г. недалеко от Москвы был осуществлен первый полет пассажирского самолета Ту-155 с водородным двигателем. Он был оснащен двумя установками — один двигатель работал на водороде, а другой на обычном реактивом топливе (ископаемого происхождения) и нес на борту бак с жидким водородом, а также систему его контроля и подачи. Самолет взлетал и приземлялся на обычном топливе, а водород использовался во время основного полета. Впоследствии этот самолет-лаборатория выполнил множество полетов на водороде и сжиженном природном газе, что позволило накопить громадный опыт по разработке самолетов на криогенных топливах, используемый как в России, так и в других странах, например, Германии.

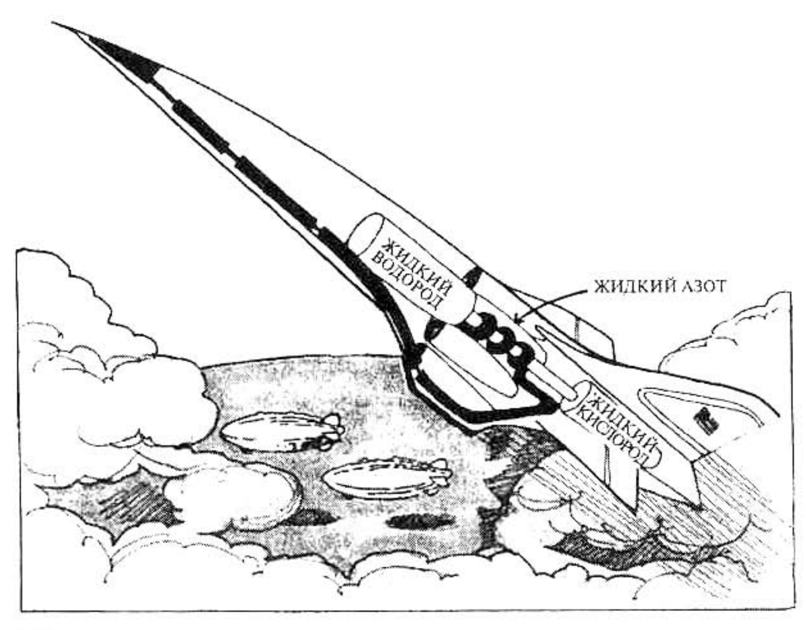
Через два месяца после полета советского самолета, 17 июня 1988 г., недалеко от местечка Форт Лаудердейл во Флориде отставной пилот компании Пан Американ Билл Конрад осуществил полет на одномоторном водородном самолете. И пусть этот полет продолжался всего 36 с, но самым важным было то, что самолет приводился в движение только водородом — и во время взлета, и в полете, и при посадке, поставив, таким образом, новый рекорд.

Сначала мистер Конрад планировал вырулить по взлетно-посадочной полосе к месту старта, затем оторваться от земли и облететь несколько раз вокруг аэропорта и его окрестностей на водородном топливе. Однако поскольку водород значительно легче обычного горючего, самолет во время выруливания на взлет внезапно оторвался от земли. Пилот мгновенно убавил газ, вернул машину обратно на землю и продол-

жил движение к точке старта, намереваясь продолжить полет. Но представители Управления гражданской авиации и другие официальные наблюдатели заявили, что рекорд уже состоялся и нет необходимости еще раз взлетать.

Ввиду важности космоса, как передового рубежа, в 1987 г. президент Рональд Рейган дал указание НАСА и американским Военно-воздушным силам начать разработку аэрокосмического самолета, способного развивать скорости от пяти до двадцати пяти скоростей звука. Ожидается, что его пассажирская версия, прозванная Восточным Экспрессом, сможет перелетать из Нью-Йорка в Токио или из Лос-Анджелеса в Сидней за 2 ч.

Космический вариант этой машины будет взлетать как обычный самолет, преодолевать силу земного притяжения, улетать за пределы атмосферы, летать в космосе, затем спокойно спускаться вниз и приземляться на взлетно-посадочную полосу, ничем не отличаясь от обычных аэропланов. Его двигатели будут получать кислород из воздуха во время полета в атмосфере и использовать запасы жидкого кислорода для полета в космосе. В качестве топлива для «Национального Аэрокосмического Самолета» выбран, конечно, водород.



Другие страны также разрабатывают свои аэрокосмические самолеты. Британский называется «Hotol». Немецкий вариант под названием «Sanger» будет состоять из двух самолетов, один из которых будет укреплен над другим. Бóльший (самолет-матка) будет развивать до пяти скоростей звука, а маленький, работающий на жидком водороде, будет стартовать с его «спины», улетать в космос, затем возвращаться в атмосферу и садиться на обычный аэродром. А самолет-матка, отправив аэрокосмический самолет в полет, будет возвращаться обратно.

Японское правительство тоже приняло решение начать разработку гиперзвукового самолета, способного развивать скорости до пяти-семи скоростей звука. Работы планировалось вести в течение семи лет и первый полет должен был состояться в конце века.

Не отстают и частные аэрокосмические компании и производители реактивных двигателей, у них тоже есть планы осуществления воздушных и космических полетов с помощью таких самолетов в XXI веке. Ожидается, что дозвуковые, сверхзвуковые и гиперзвуковые самолеты начнут летать на водороде в начале столетия. Исследования корпорации Локхид показывают, что водородные самолеты будут более эффективными, чем летающие на обычном реактивном топливе.

Водород — это идеальное горючее не только для самолетов и космических кораблей; будучи самым легким веществом, он является идеальным газом для заполнения дирижаблей. Двигатели этих воздушных кораблей могут использовать в качестве топлива водород из баллона, используемого для подъема в воздух. Некоторые авиакомпании планируют начать строительство дирижаблей для дешевой перевозки крупных грузов через континенты и океаны. Поскольку сейчас мы уже научились безопасному обращению с водородом, появилась возможность разработать и построить дирижабли, которые не приведут к катастрофам, подобным известной гибели «Гинденбурга».

Поезда

Хотя во многих странах, например в России, Англии и Франции, железные дороги полностью или частично электрифицированы, в США и некоторых других государствах они

напрямую зависят от дизельного топлива. Учитывая, что запасы нефти в будущем могут иссякнуть, и ущерб окружающей среде, который она причиняет, значителен, в качестве альтернативы рассматриваются другие виды топлива, в том числе и водород.

Железные дороги потребляют до 1,5 % всех ископаемых топлив, добываемых в мире, в основном в виде дизельного топлива. Однако по ним перевозят до половины всех насыпных грузов, а это говорит о том, что железные дороги — самый выгодный вид транспорта по сравнению с прочими.

Все электрифицированные железные дороги так и просятся, чтобы их включили в состав солнечно-водородной энергетической системы. С другой стороны, рассматривая возможность электрификации железнодорожной сети, например в США, нужно учитывать в какую сумму это обойдется. Переход может быть оправдан только там, где существует интенсивный график перевозок, например от Вашингтона в Нью-Йорк и Бостон.

Там, где большие инвестиции в электрификацию не могут быть оправданы экономически, возможной альтернативой могут явиться локомотивы на водородной тяге. Исследования, проведенные такими организациями как Федеральное управление железных дорог США и Американская ассоциация железнодорожников, производителями локомотивов и железнодорожными компаниями, показывают, что нет никаких существенных технических проблем, препятствующих переходу на водородное топливо.

Водород уже многие годы повсеместно перевозится в виде криогенной жидкости в специальных теплоизолированных цистернах, значит можно вполне безопасно работать с жидким водородом в обычных условиях.

Канадские железнодорожники и производители локомотивов уже работают над демонстрационным проектом водородно-дизельно-электрического поезда, который будет курсировать между Торонто и Виннипегом по Канадской Тихоокеанской дороге.

Для локомотивов применение двигателей на водородных топливных элементах может оказаться весьма практичным. Топливные элементы, работающие на водородном топливе, — хорошая альтернатива обычным дизельным двигателям, так как они экологически чище и эффективнее.

Автомобили

В прошлом персональным транспортом были ослы и лошади, но сейчас, особенно в богатых западных странах, большинство людей используют в этом качестве автомобили. На них мы ездим на работу, за покупками и на отдых, практически везде! И если мы не переведем их на использование водородного топлива, наша единая солнечно-водородная система будет неполной.

У водорода есть уникальное свойство, делающее его идеальным топливом для автомобилей: он горит в обедненной смеси. Бензин и другие нефтепродукты, природный газ и прочие углеводороды загораются только в обогащенной смеси, то есть, чтобы добиться хороших результатов, смесь топлива с воздухом должна быть весьма насыщенной. Когда вы, например, останавливаете машину перед светофором или просто замедляете движение, потребность в мощности снижается, однако подача бензина в двигатель уменьшается не пропорционально действительно необходимой мощности. Следовательно, значительная часть топлива используется впустую. Если снизить его подачу, горение может прекратиться, и двигатель заглохнет.

Однако поскольку водород горит даже в обедненной смеси, мы вполне можем существенно уменьшить его подачу в двигатель в случае остановки у светофора или при снижении скорости, не расходуя его понапрасну. Поэтому водородные автомобильные двигатели на 60 % эффективнее, а заодно экологически чище своих бензиновых аналогов.

Уже сегодня разработаны не слишком громоздкие системы на топливных элементах, с помощью которых автомобили смогут работать еще более эффективно, чем на двигателях внутреннего сгорания как водородных, так и бензиновых. Водородные автомобили на топливных элементах могут оказаться в два, а то и в три раза более экономичными, чем сжигающие бензин.

По всему миру создаются экспериментальные легковые машины и автобусы с водородными двигателями внутреннего сгорания, работающие на топливных элементах. Специалисты Майамского университета Адт и Свен впервые переделали автомобиль под водород еще в 1972 г. Городской автобус, работающий на водороде, начал ходить в 1975 г. в Риверсайде, штат Калифорния, с целью изучения пригодности водорода для решения

проблемы смога в Лос-Анджелесе. В Берлине целый парк автомобилей «Мерседес», разработанных компанией Даймлер-Бенц, успешно работает на водороде с 1985 г. Работы успешно проводятся в Канаде, США, Японии, Германии и других странах, где выпущено множество модификаций водородных автомобилей.

Единственной преградой широкому распространению таких машин является сегодняшняя высокая цена на водород, которая в два-три раза дороже бензина. Однако если вы учтете ущерб, причиняемый ископаемыми топливами окружающей среде, и более высокую эффективность водорода, он окажется более приемлемым, чем обычные топлива.

Как уже упоминалось ранее, водород может храниться в трех видах: как сжатый газ в емкостях высокого давления, в жидком состоянии в теплоизолированных сосудах и в гидридах — химическом соединении с некоторыми металлами и сплавами. Последний метод уникален для водорода — никакое другое топливо не может храниться подобным образом. Гидридообразующие металлы и сплавы впитывают его, как губка воду. Другими словами они могут очень компактно хранить водород.

По всему миру продолжаются исследовательские и конструкторские работы с целью определить, какой способ будет наилучшим для водородных автомобилей. Существуют демонстрационные проекты для каждого из упомянутых способов. Например майамский автомобиль использовал сжатый газ, риверсайдский автобус хранил топливо в гидриде, а некоторые немецкие прототипы применяли сжиженный водород.

Корабли

Водород станет идеальным топливом и для кораблей, в особенности благодаря своей способности соединяться с гидридными сплавами. Чтобы понизить расположение центра тяжести и обеспечить устойчивость, судну нужен балласт, и обычно этот дополнительный вес создается с помощью тяжелого металла. В случае кораблей с водородным топливом гидриды позволяют убить двух зайцев одним выстрелом — они создают балласт, который одновременно является и топливным баком. Конечно можно использовать и сжатый газ и (или) жидкий водород, направляя их в газовую турбину, двигатель внутреннего сгорания или (что наибо-

лее эффективно) в топливный элемент для приведения судна в движение и получения энергии на прочие нужды.

Предполагается, что супертанкеры могут транспортировать водород из стран солнечного пояса в промышленно развитые районы в виде жидкости, примерно так, как сейчас танкеры перевозят сжиженный природный или попутный газ. В этом случае все равно будет нужен водород, запасенный в гидриде, расположенном в качестве балласта вдоль киля корабля. Ведь даже в жидком состоянии водород очень легок, примерно раз в десять легче нефти, и его веса недостаточно, чтобы придать устойчивость кораблю.

Водород — идеальное топливо и для подводных лодок. В настоящее время неядерные подводные лодки приводятся в движение дизельными двигателями в надводном плавании и кислотно-свинцовыми электрическими батареями — под водой. В Германии разработана подлодка, которая работает на водородно-кислородных топливных элементах. Водород хранится в гидридах, обеспечивающих необходимый лодке балласт, а кислород — в жидком виде в теплоизолированных емкостях. Лодка работает на водороде и кислороде, полученных из воздуха, во время надводного плавания и на водороде и жидком кислороде под водой. Она работает намного тише, чем обычные дизельные субмарины; может дольше находиться под водой (что весьма важно с военной точки зрения); на ней нет опасных химикатов, подобных тем, что используются в кислотно-свинцовых батареях, вырабатывающих загрязняющие вещества, поэтому вполне безопасна для моряков и окружающей среды.

Пробные погружения первой водородной подлодки весьма заинтересовали представителей Германского военно-морского флота, которые заявили, что водород будет обязательно использоваться в следующем поколении субмарин.

Существует идея постройки больших водородных подводных лодок для осуществления коммерческих перевозок.

Субмарины на водородном топливе смогут избегать штормов, погружаясь и проходя под водой районы волнения.

Наибольшим преимуществом водородных кораблей, танкеров и всей солнечно-водородной энергетической системы будет, конечно, то, что в случае какой-нибудь катастрофы окружающей среде не будет нанесен ущерб, который происходит каждый раз, когда по поверхности моря разливается нефть.



Водород не остается на воде подобно нефти, поскольку он очень быстро испаряется и просто растворяется в воздухе. В случае пожара образуется простой водяной пар — никакого ядовитого угарного газа и удушливого дыма, из-за которых теряют сознание погорельцы и пожарные.

В апреле 1989 г. танкер «Эксон Вальдез» наскочил на риф в заливе принца Уильяма на Аляске, пролив в море более 10 млн галлонов (37,85 млн л) сырой нефти, которая покрыла собой почти 2,5 тыс. км^2 водной поверхности, в результате чего погибло огромное количество рыб, млекопитающих и птиц. Уче-

ные, изучающие разливы нефти, утверждают, что последствия этой катастрофы будут ощущаться в течение 10—12 лет. И никто не может дать гарантию, что такие аварии не будут происходить и впредь.

Но когда мы перейдем на солнечно-водородную энергетическую систему, нам уже не нужно будет волноваться по поводу катастроф вроде крушения «Эксон Вальдез».

15 КОГДА?

В этой книге мы пропагандируем то, что может стать величайшей переменой в истории нашей техники — смену топлива. Однако может оказаться так, что с загрязняющими окружающую среду ископаемыми топливами будет покончено не благодаря действиям правительств, а из-за давления избирателей — вас, читатели. И прежде, чем появятся какие-нибудь плоды ваших трудов, нужно будет преодолеть немало преград:

- донести до людей правду о солнечно-водородной энергетике;
- сменить приоритеты правительств;
- решить множество научных задач;
- бить тревогу по поводу проблем окружающей среды.

Преодолевая преграды

Как только люди видят, что нечто окажется выгодной переменой, они неизменно желают, чтобы эта перемена произошла как можно быстрее — они спешат за сиюминутной выгодой. Многие ожидают, что когда они голосуют, все, за что они подают свой голос, произойдет практически мгновенно или, по крайней мере, в следующем году. К сожалению, нам приходится констатировать, что изменить нашу топливную систему за столь короткий срок просто невозможно, хотя, конечно, начало вполне может быть положено.

Новым технологиям нужно время, чтобы войти в нашу жизнь. И хотя некоторые изделия, использующие солнечную энергию, уже вполне доступны (калькуляторы, освещение дворов и водяные нагреватели на крышах), чтобы перейти к крупномасштабному производству водорода по всему миру, нужны дополнительные исследования в этой области. Несмотря на то, что водород уже долгие годы используется как топливо в космических программах, нужны новые изы-

скания, прежде чем эта технология выйдет на обычный рынок, став более доступной и удобной.

Для космической программы самым важным было не столько производство ракет с наименьшими затратами, сколько создание средств, способных вывести космический корабль на орбиту или отправить человека на Луну. Современные космические корабли, космические челноки «Шатлы» были разработаны уже с учетом их стоимости, они должны были использоваться многократно и выдерживать экстремальные температуры и перегрузки, возникающие при преодолении притяжения Земли или при возвращении обратно. Естественно, обычным людям не нужно такое сложное транспортное средство, как ракета или «Шатл», вместо этого они нуждаются в доступном и массовом транспорте, надежном во всех возможных условиях и работающем одинаково повсюду — в Гонолулу, Москве или Тимбукту.

Исследования, исследования, исследования

Если говорить о водородном топливе, то сейчас основное направление исследований лежит в области поиска наилучших способов его хранения. Например, выдержат ли конструктивные материалы различные погодные условия? Сколько времени пройдет прежде, чем они износятся?

Другое направление исследований — утечки через стенки трубопроводов, которые всегда возникают при транспортировании на дальние расстояния. Водород будет просачиваться куда активнее, чем природный газ, поскольку его молекулы значительно меньше и легче и могут проникать сквозь малейшие трещинки. Возможно, трубы надо покрывать пластиком, но мы пока не знаем каким именно.

Еще множество вопросов требуют ответов, но мы знаем, что технология получения экологически чистого водородного топлива, способного заменить загрязняющие окружающую среду ископаемые топлива, уже существует. В настоящее время увидели свет опытные проекты — автомобили, мотоциклы, мопеды, самолеты и угледобывающие комбайны, хорошо работающие на водороде. Но пока это только единичные экземпляры, они были разработаны или переделаны из обычных ради того, чтобы продемонстрировать, что они могут рабо-

тать. Чтобы начать их массовое производство и перестроить инфраструктуру трубопроводов, потребуются затраты в *сотни миллионов* долларов в год.

Эта колосальная сумма на самом деле незначительна, если мы учтем, во сколько человечеству обходится ужасающий ущерб, причиняемый загрязнением окружающей среды, который оценивается в *сотни миллиардов* долларов в год. Исправление последствий загрязнения должно стать задачей правительств и (или) промышленности, но кто на самом деле платит за это? Налогоплательщики и покупатели — мы с вами — посредством растущих налогов и цен. Как видим, жесткая логика экономики должна помочь нам в том, чтобы заставить правительства сменить политику в пользу новой, чистой энергетики.

Солнечная энергетика — одна из ожидающих нас новых экологически чистых отраслей промышленности. Настало время, когда энергия солнца уже готова прийти к нам на помощь, пусть пока и не на массовый рынок. Мы, например, уже знаем, что ее можно собирать и конвертировать в электрическую. Но остается еще много нерешенных вопросов. Скажем, смогут ли солнечные панели, похожие на те, что располагаются на крышах некоторых домов, дать энергию целому городу? Будут ли они работать в солнечные дни при повышенной влажности так же хорошо, как они работают в сухую погоду? Если солнечное электричество будет использоваться для разложения воды и получения водорода, будет ли этот водород в крупномасштабном производстве конкурентоспособен по сравнению с ископаемыми топливами?

Чувство грозящей опасности

Были проведены исследования относительно того, сколько времени занимает развитие новых технологий. Их результаты могут вам весьма не понравиться, если вы разделяете курс на получение сиюминутных удовольствий. Они показывают, что с того момента, когда ученые публикуют идею, до появления на рынке товаров, основанных на ней, проходит почти 75 лет. С момента, когда инженеры берутся за идеи ученых, начинают строить модели и проверять, как они работают, проходит 50 лет, прежде чем продукция появляется в магазинах. А с того времени, когда какая-нибудь компания принимается за

модель и начинает создавать коммерческий продукт, до начала его продаж может пройти лет 15 или чуть меньше.

Конечно, в зависимости от обстоятельств, эти временные рамки могут изменяться, например, в ходе Второй мировой войны автомобильные заводы превращались в танковые за шесть месяцев, оружие разрабатывалось и производилось ускоренными темпами. Чувство грозящей опасности может объединять народы. И именно это чувство поможет разработать экологически чистые топлива, превратить заводы и фабрики из использующих грязные ископаемые топлива в работающие на чистой солнечно-водородной энергии. Нам нужно почувствовать надвигающуюся опасность, и тогда мы прекратим ту войну, которую ведем против собственной планеты.

16
НО БЕЗОПАСНО ЛИ ЭТО?

Главный рассматриваемый нами источник энергии — энергия Солнца — является наиболее экологически мягким из всех возможных, ведь именно солнечный свет дает жизнь нашей планете. Но стоит только задуматься о безопасности носителя этой энергии — водорода, как на память сразу приходит известная катастрофа дирижабля «Гинденбург». Говорят, что водород приводит к взрывам и грандиозным пожарам, что это очень опасное топливо. Тем не менее, опровергая это мнение, многие исследования показывают, что водород является относительно безопасным.

Не откладывая этот вопрос в долгий ящик, можно заметить, что исследования, проведенные НАСА, крупнейшим потребителем водорода в мире, подтвердили, что, если учесть все факторы, водород окажется самым безопасным топливом по сравнению с другими, такими, например, как нефть.

«Гинденбург»

В 1937 г. дирижабль «Гинденбург» был крупнейшим воздушным кораблем. И поскольку водород — самый легкий элемент, оболочка дирижабля заполнялась именно им.

Есть еще один газ, пригодный для этой же цели — гелий. Он — второй по массе элемент, благородный газ, и значит, не горит. В природе он встречается очень редко, обычно в смеси с природным газом. И все же он мог быть использован для полетов дирижаблей, подобных «Гинденбургу», в 1937 г. Однако в то время его единственным производителем были Соединенные Штаты Америки. Поскольку гелий считался стратегическим ресурсом, его экспорт был запрещен, так что не оставалось ничего другого, кроме как наполнить «Гинденбург» водородом.

В 1937 г. во время одиннадцатого перелета через Атлантический океан из Европы в Лейкхерст, штат Нью-Джерси, на его борту было более 100 пассажиров и членов экипажа. В момент начала выгрузки людей в оболочке появилось пламя. Никто точно не знает, как это произошло. Одни утверждают, что причиной послужила неисправность электрического контакта, другие говорят, что это был саботаж (вспомните — это было незадолго до Второй мировой войны, и «Гинденбург» был немецким дирижаблем). Так или иначе, когда начался пожар, на его борту оставалась большая часть пассажиров.

Началась паника; 27 человек выпрыгнули и погибли, а остальные остались в гондоле. Еще четверо сгорели, но причиной их гибели стало пламя от дизельных двигателей. Невероятно, но никто не пострадал от загоревшегося баллона. Причина этого в том, что водородное пламя излучает очень мало тепла, в противоположность ископаемым топливам (например, дизельному), которые излучают тепло весьма интенсивно благодаря способности углерода сильно нагреваться и долго оставаться горячим. Если бы люди на борту вступили в контакт с пламенем водорода, они бы сгорели, но, к счастью, они смогли покинуть горящий воздушный корабль прежде, чем огонь настиг их, и спаслись.



Легче воздуха

Исключая космические полеты (где водород уже используется как топливо), водород впервые будет коммерчески использован в самолетах, в частности в гиперзвуковых лайнерах, которые будут летать в несколько раз быстрее скорости звука и пересекать океаны за пару часов. Конечно, вне зависимости от того, какие меры безопасности будут приняты, непредвиденные происшествия все равно будут случаться как на земле, так и в воздухе.

Рассмотрим наземный инцидент. В 1977 г., через 40 лет после катастрофы «Гинденбурга», произошло крупнейшее бедствие в истории авиации. Это случилось в Санта Круз де Тенерифе на Канарских островах, когда громадный лайнер Боинг-747 авиакомпании KLM столкнулся на взлетно-посадочной полосе с таким же самолетом, принадлежащим Пан Американ. Оба самолета взорвались, их реактивное топливо мгновенно загорелось, погибло 583 человека по большей части от страшной жары и удушливого дыма. Если бы эти самолеты были заполнены водородом, жертв было бы значительно меньше. Не было бы никаких проблем с дыханием, поскольку водород при горении не производит токсичных веществ, и большинство пассажиров, за исключением тех, кто попал в пламя, можно было бы спасти.

Давайте рассмотрим ситуацию, когда несчастный случай происходит во время самой опасной части полета — при взлете. Сегодня, если авария произойдет сразу после взлета, самолету придется либо кружить несколько часов над аэродромом, чтобы опустошить свои топливные баки, либо вылить топливо перед посадкой. Это необходимо сделать, потому что шасси могут не выдержать веса самолета с горючим (оно составляет до 60 % взлетного веса самолета) и сломаться при контакте с землей. Но если самолет будет заполнен водородом, его вес составит только 20 % полного веса машины, поэтому при обнаружении неисправности сразу после взлета, пилот сможет немедленно посадить лайнер, избежав в дальнейшем возможных осложнений. При сбрасывании водородного топлива оно просто испарится, не причинив никакого вреда, в противоположность реактивному топливу, способному отравить и воздух, и море, и землю.

Таким образом, самолеты на водороде будут во многом более безопасными, чем сегодняшние.

В вашей машине

Каждый год тысячи людей погибают от несчастных случаев, напрямую связанных с бензином и дизельным топливом транспортных средств.

Как мы уже видели, работая на сегодняшних топливах, машины выбрасывают в воздух целый букет различных загрязнителей, одним из которых является ядовитый угарный газ. Он служит причиной многих смертей как случайных, так и связанных с самоубийствами при помощи выхлопных газов. Только в США, например, каждый год регистрируется примерно 1800 таких случаев. Если автомобили будут работать на водороде, подобных инцидентов просто не сможет произойти, поскольку единственным продуктом его сгорания является водяной пар, который совсем не ядовит и не может убить человека; кроме того он не оказывает воздействия на нервную систему, и люди не теряют сознания, вдыхая его.

При столкновении автомобилей, работающих на бензине или дизельном топливе, очень часто происходит разрыв бензопроводов, и топливо разлетается вокруг. При этом нередко появляется огонь, жар которого, а также ядовитые испарения, могут быть смертельны.







Как уже отмечалось, топливная система водородного автомобиля может представлять собой гидридную металлическую «губку», бак с жидким водородом или баллон со сжатым газом. Из этих трех гидридная система является самой безопасной. Даже при самых сильных столкновениях, когда топливный бак будет пробит, сильного пожара не произойдет. Лишь небольшое пламя будет пробиваться из него по мере того, как водород будет понемногу выделяться из гидрида. Проведенные испытания показали, что когда пуля пробивает такой топливный бак, через образовавшееся отверстие начинает вырываться лишь слабый огонек; если же в баке находится другое топливо, происходит взрыв или сильный пожар.

Некоторые прототипы водородных автомобилей попадали в аварии, например в Калифорнии, когда машина с баком жидкого водорода перевернулась в результате столкновения, и топливный бак был пробит. Холодная жидкость (–253 °С) быстро вытекла и испарилась. И не было никакого пожара, никакого взрыва.

Машины на сжатом водороде более опасны, чем их собратья, работающие на гидридах или жидком газе. Они действительно могут загореться, но совсем не обязательно, что произойдет взрыв, поскольку водород взрывается только в замкнутом объеме и в смеси с кислородом или воздухом. Если водород выходит через дырявую трубу или из пробитого бака, случайная искра или горячая деталь двигателя может вызвать огонь, однако люди, находящиеся от него недалеко, но не

попадающие под языки пламени, не обгорят и не отравятся дымом, хотя, конечно, всякий, кого охватит огонь, обожжется.

Таким образом, если учесть все факторы, водород окажется более безопасным топливом для автомобилей, чем дизельное или бензин.

Дом и кухня

В домах электричество, природный газ, мазут или уголь используются для обогрева, кондиционирования или приготовления пищи. Если по какой-нибудь причине произойдет утечка газа или паров бензина и их скопление где-нибудь в большом количестве, последствия могут быть фатальны. Более того, огонь, возникающий от природного газа и нефтепродуктов, вдобавок к высоким температурам, дает и ядовитые испарения. Множество несчастных случаев такого рода приводит к увечьям и смертям.

Дом, снабжаемый водородом, в меньшей степени подвержен опасностям. Ни сам водород, ни продукт его сгорания — водяной пар, — не ядовиты. Каталитическое горение представляет собой наилучший выбор для приготовления пищи, поскольку оно происходит без пламени и, значит, не может привести к пожару. Если дотронуться пальцем до такой горелки, то куда меньше пострадаешь, чем от пламени газовой горелки, примуса или поверхности электрической плиты, потому что температура при каталитическом горении (150 °С) гораздо ниже температуры пламени природного газа или нефтепродуктов (1400 °С). Комнаты, обогреваемые каталитическими горелками, будут куда безопаснее, чем те, где есть камины или обогреватели на газе, нефтяном топливе или угле.

Конечно, все топлива, включая и водород, могут стать причиной пожара. Но если в доме загорится водород, никто не сгорит, разве что окажется в прямом контакте с огнем. Никто не отравится ядовитым дымом, и все смогут укрыться в безопасном месте. Люди вполне смогут помочь и тем, кто обжегся в пламени, поскольку им не будет угрожать непосредственная опасность. В случае пожара, произошедшего из-за природного газа, мазута или угля, ситуация становится

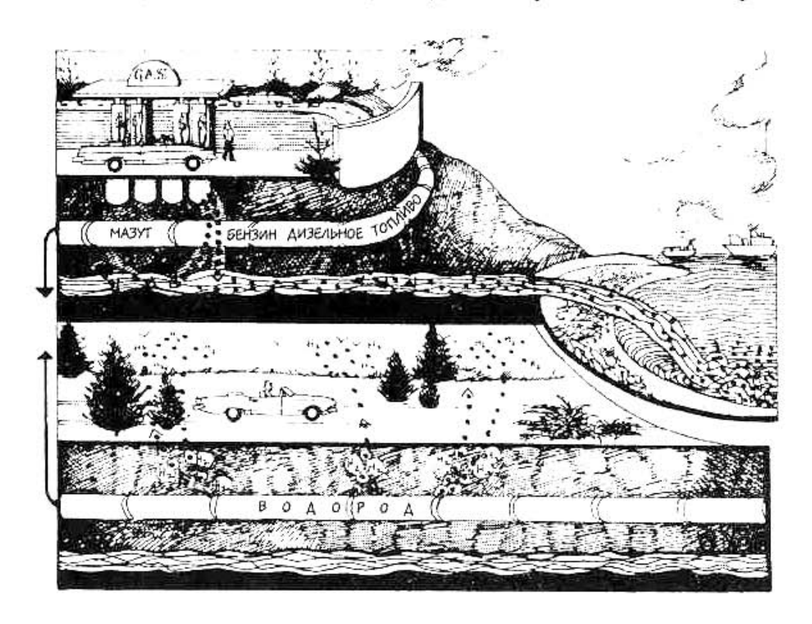
совсем другой. Пламя от ископаемых топлив излучает интенсивное тепло, обжигающее всех, кто оказывается слишком близко к нему, а отравленный дым и испарения вполне могут стать причиной гибели людей.

В итоге оказывается, что водород безопаснее обычного топлива и, даже в случае пожара в доме, его жильцы имеют гораздо больше шансов избежать повреждений и (или) смерти.

Утечки

Утечки случаются в любых топливохранилищах и трубопроводах, и водород, как самый легкий элемент, протекает сильнее, чем любые другие виды топлива, включая природный газ. Однако водород — это еще и самый объемный газ. Он занимает в три раза бóльший объем, чем природный газ, при том же содержании энергии. По этой и некоторым другим причинам, вовсе не очевидно, что водород более опасен, чем природный газ или бензин при одинаковых условиях утечки.

Например, сравнивая природный газ и водород с точки зрения потенциальной опасности, мы должны учесть поток энергии



через течь — если газы воспламеняются, запас энергии будет мерой интенсивности возможного пожара. Поскольку объемное содержание энергии у водорода меньше, чем у природного газа, бóльший его объемный расход еще не будет означать бóльших потерь энергии из хранилища или трубопровода.

Другой фактор, который стоит учесть, заключается в том, что через большую трещину водород вытекает в 3 раза быстрее, чем природный газ, а через небольшую — всего в 2 раза интенсивнее. Это означает, что в случае воспламенения газов, просачивающихся сквозь крупную щель, разрушительная сила пожара будет одинаковой для водорода и природного газа. Но для малой щели разрушительные последствия загорания природного газа будут существеннее. А если мы еще учтем бóльшую интенсивность теплового излучения от пожара, вызванного природным газом, и его ядовитые испарения, то увидим, что из этих двух топлив водород более безопасен при протечках.

Каждый год миллионы литров мазута, бензина и дизельного топлива вытекают из резервуаров и трубопроводов. Затем они попадают в подземные воды, делая их употребление небезопасным, а, вливаясь в реки и озера, эти загрязненные воды отравляют водную флору и фауну. Но такого не произойдет при утечке водорода — он просто пройдет сквозь почву и растворится в воздухе.

Предполагается, что водород будет перевозиться через океаны супертанкерами так же, как сейчас транспортируют сжиженные природный и попутный газы. Их перевозят на кораблях в громадных теплоизолированных резервуарах сферической формы. Жидкий водород можно переправлять таким же способом. Если будет повреждено судно или цистерна, водород просто испарится в атмосферу, что не причинит никакого вреда живым существам и окружающей среде.

Но этого нельзя сказать об ископаемых топливах. Все мы помним катастрофу «Эксон Вальдез», произошедшую в апреле 1989 г. в заливе принца Уильяма на Аляске. Корабль наскочил на риф, и в море попало более 10 млн галлонов нефти, нанеся существенный урон популяции тюленей, выдр и птиц. Пострадали нерестилища и места размножения лососей и других рыб, воды залива принца Уильяма и всего побережья Аляски были

загрязнены. Ничего подобного никогда не могло и не может произойти с водородом, потому что он просто испарится.

Итак, безопасен ли водород? Если мы примем во внимание все выше сказанное, мы скажем: да, водород — безопасное топливо. Но все же надо помнить, что это топливо и поэтому с ним нужно обращаться аккуратно.

17
ЧТО ВЫ МОЖЕТЕ СДЕЛАТЬ

Вы можете распространять знание о новом топливе — экологически чистом водороде — и о более комплексной альтернативе по переводу всего народного хозяйства на электричество.

Вот идея энергетического каскада:



Это так просто, что любой, осознавший эту идею, никогда ее не забудет.

- Мы будем использовать излучение солнца и превращать его в электричество.
- Затем мы проведем электролиз воды, который даст нам водород — новое экологически чистое топливо — и кислород (который может быть выпущен в воздух или как-нибудь использован).
- Потом мы с помощью танкеров и трубопроводов переправим водород в центры размещения населения и промышленности.
- Там водород будет сожжен в качестве топлива в двигателях внутреннего сгорания вместо бензина и дизельного топлива или использован в топливных элементах, дав нам механическую энергию, тепло и электричество.
- И конечным продуктом всех этих процессов будет вода, то самое сырье, с которого мы начали.

Таким образом, солнечно-водородная система обеспечит нас энергией, затрачивая только солнечное излучение и не загрязняя окружающую среду.

Что препятствовало распространению этого знания?

Тому есть несколько причин. Главная заключается в том, что с точки зрения экономики только сейчас эта идея стала осуществима.

Мысль о том, что водород можно использовать в качестве энергоносителя, появилась в 70-х годах, но до недавнего времени не было оптимизма относительно стоимости превращения солнечного света в электричество, необходимое для электролиза воды. Только после 1989 г. стало известно, что вещество, из которого изготовляются фотогальванические элементы — аморфный кремний — может быть получен достаточно дешевым способом, чтобы цена окончательного продукта, чистого водорода, была меньшей, чем бензина (учитывая, во что обходится загрязнение).

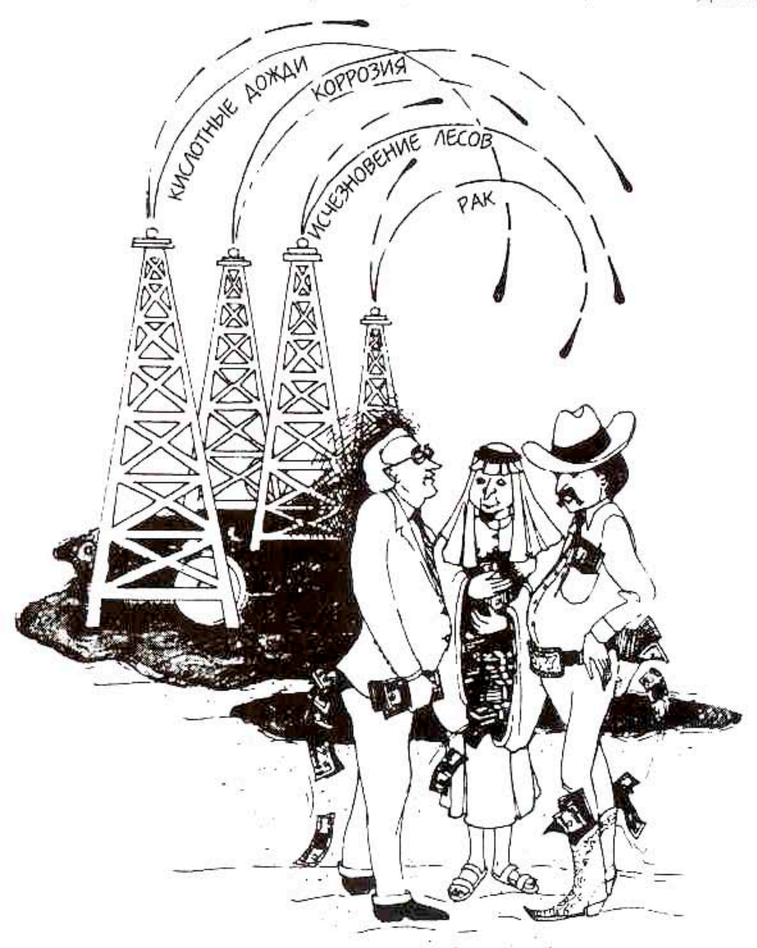
Другая причина того, что попытки исследования процессов, описанных в этой книге, были ограничены, заключалась в общем мнении, что водород опасен, что это совсем не то, чем хотелось бы заправить свою машину или иметь в своем



Я слыхал об этом — но стоит ли волноваться о переменах?

доме. Образы «Гинденбурга» и водородной бомбы пугали всех, хотя последняя не имеет никакого отношения к тому, что мы предлагаем.

Но кроме того, есть еще одна причина, не такая явная, как предыдущие, но тоже весьма серьезная — инерция мышления. Большинство на самом деле не любит перемен к новому. Заправочные станции — они уже здесь, и на них продается топливо, и ведь это так просто — продолжать идти тем же путем, платить деньги и уезжать, точно так же, как мы делали



Вы просто не смотрите, джентльмены...
Сосредоточьтесь на своих доходах.

десятилетиями. Люди думают, что ущерб, причиняемый традиционными топливами, и ответственность за восстановление окружающей среды, касается кого-нибудь другого, так что не стоит забивать себе голову всем этим.

Последнее же и самое худшее — естественная реакция производителей сегодняшних топлив. Они не намеренно причиняли нам вред своей продукцией. Тем не менее, их трудно заставить признать, что парниковый эффект существует, и если кто-нибудь указывает им на то, что они способствуют появлению кислотных дождей, разрушающих здания, губящих леса, вызывающих рак, они делают вид, что их это совсем не касается. Ведь для них самое главное — получать прибыль от продажи топлив, созданных не ими, а природой.

Мы думаем, что когда люди поймут, насколько серьезны экологические проблемы, они начнут настойчиво требовать перехода на новые источники энергии и чистые топлива. Эта перемена не будет встречена руководством Большой Нефтяной Компании с энтузиазмом, но все же мы предполагаем, что наш мир управляется не ею, а волей людей и для пользы людей.

Демократия в действии

Хорошим примером силы общественного мнения является то, что с 1978 г. в США не было построено ни одного ядерного реактора.

В 50—70-х годах было сооружено более 90 реакторов. Уже в 70-х годах стало ясно, что они распространяют опасное радиоактивное загрязнение, и хотя о степени ущерба и угрозе здоровью можно было поспорить — некоторые утверждали, что они пренебрежимо малы — озабоченность общества возрастала.

Возможно, общественность опасалась взрыва или пожара, вроде катастрофы, произошедшей в 1986 г. в Чернобыле, во время которой радиоактивные осколки и загрязнение распространились практически по всей северной Европе. И люди начали действовать.

Судебные процессы — достаточно распространенное в Америке явление. Например, вы можете подать в суд, если чья-то собака укусила вашего ребенка или вас раздражает шумный сосед. Группы людей обнаружили, что могут объе-

динять свои усилия, голоса и материальные ресурсы и добиваться судебных запретов на строительство нежелательных для них атомных электростанций.

Когда суды выносят такие запреты, компаниям, сооружающим реакторы, приходится останавливать работы. Затем суд изучает жалобы — процесс зачастую затягивается на несколько месяцев. Эксперты начинают свидетельствовать друг против друга, и в конечном итоге суды приходят к окончательному решению. В большинстве случаев оно оказывается против реактора, который так и остается не построенным — очень разорительный исход для компаний, строящих электростанции. Люди побеждают.

Так общественность в США показала, что может изменять решения, которые приняты во вред людям, и что мнение о том, что существует Большой Брат, втихую контролирующий все и вся, не всегда истинно. Произошедшее с ядерными реакторами доказало это. Силу народа можно использовать и по отношению к проблеме, затронутой в нашей книге.

Распространение новостей

Авторы в одиночку не могут распространить знания. Книга будет прочитана, быть может, несколькими тысячами читателей, из которых разве что несколько сотен будут помнить прочитанное более нескольких месяцев.



Чтобы в демократической системе достигнуть успеха, нужно уметь оказывать политическое давление. Наши избранники и их помощники должны знать точку зрения избирателей. Таким образом, наиважнейшая вещь, которую могут сделать читатели этой книги — распространить информацию о том, что есть средство против загрязнения атмосферы, кислотных дождей и глобального потепления, есть новая, революционная технология, которая собирает солнечную энергию для производства водорода, являющегося экологически чистым и удобным топливом.

И как же распространять эту информацию? Конечно, это зависит от ваших возможностей, энтузиазма и способностей общаться с людьми. Например, где вы работаете? На заводе, в конторе, на узле связи, в школе, ночном клубе? Где бы вы ни работали, у вас всегда есть возможность говорить с людьми. Они не хотят, чтобы атмосферу загрязняли, отравляли и разрушали, но вряд ли сделают что-либо, если не будет жизнеспособной альтернативы сегодняшней энергетической системе, которая сохранит достойные стандарты жизни. И вы можете объяснить, что альтернатива есть, вы можете объяснить, что она из себя представляет, вы можете объяснить, что инициатива к переменам не придет от правительства, она должна исходить от нас, членов общества.

Следующий шаг — написать, позвонить или нанести визит вашим представителям в органах власти, которым нужно переизбираться раз в несколько лет. Они должны сознавать, что люди хотят принять решение и сделают это с помощью выборов.

Более того, если через несколько лет после публикации этой книги преимущество энергетического каскада (солнечный свет — водород — вода) поймут хотя бы 20 % населения, это вызовет громадные перемены. Если общественность будет знать, что жизнеспособная альтернатива уже существует, появится рынок для солнечно-водородной энергетической системы. И как только промышленники осознают, что уже создан рынок, они начнут инвестировать свои деньги и оказывать поддержку разработке того, что хотят люди.

Женская власть

В последние годы мы много слышим о равных правах, но политическое влияние женщин выросло не так сильно, как

могло и стоило бы. Нам надо приготовиться к будущему, хорошему будущему для нас самих и в особенности для наших детей и их потомков. Нам не стоит так сильно рассчитывать на скорые результаты, поскольку мы мало можем сделать для окружающей среды до тех пор, пока новая, описанная нами, технология не будет окончательно разработана. В этой связи активность женщин чрезвычайно важна и полезна и, возможно, весьма действенна, поскольку направлена на благо окружающей среды. Женщины думают о будущем, о будущем своих детей, и в этом их сила.

Но есть и еще одна причина, почему женщины должны быть более заинтересованными в распространении идеи о том, что энергия Солнца может распределяться посредством экологически чистого водородного топлива по ценам ниже стоимости сегодняшних топлив. Низкоуровневая радиация от плохо управляемых атомных электростанций или выброшенная во время ядерных аварий влияет на развитие плода куда сильнее, чем на саму женщину. Еще не рожденный ребенок чрезвычайно восприимчив к такой радиации, и в самом трагичном случае она может привести к физическим дефектам при рождении. Более того, выхлопные газы, в особенности угарный газ, воздействуют на развитие мозга плода. А это



именно то, чего боятся все матери. До сегодняшнего дня у них не было возможности избегать такого воздействия, разве что говорить "Нет" строительству ядерных реакторов и пытаться ограничить свое взаимодействие с загрязнителями. Но теперь солнечно-водородная энергетическая система дает им реальную экологически чистую альтернативу.

Пишите своим представителям

Обращаться с письмами к выборным представителям — это часть демократической системы. Действительно, в большинстве случаев это основной путь осуществления демократии помимо избирательной урны. Народные избранники пользуются услугами помощников, а одна из их обязанностей как раз и заключается в том, чтобы донести до представителей власти мнение общественности. В конце концов, политики должны следовать пожеланиям своих избирателей.

Таким образом, писать письма людям, избранным вами, нужно и полезно, писем никогда не бывает слишком много. Однако сделайте свое письмо кратким и ясным, одной страницы будет вполне достаточно. Постарайтесь выразить в одном письме одну идею и остановитесь на этом. Например, вы можете предложить ввести налог на углерод или потребовать, чтобы виновные в загрязнении окружающей среды платили за это.

Прекращение несправедливости

Мы гордимся тем, что озабочены своими гражданскими правами. Но истина состоит в том, что загрязнение воздуха нарушает права всех и каждого. Оно лишает нас свободы, потому что нигде на планете мы не можем от него скрыться. Загрязнение воздуха укорачивает жизнь, что является величайшей несправедливостью по отношению ко всем нам, особенно к тем, кто страдает больше всего — дети, старики и бедняки, которым трудно постоять за себя.

У маленьких детей иммунная система все еще развивается и не способна предотвращать респираторные заболевания, вызываемые загрязненным воздухом. Старики страдают от того же поскольку, их иммунитет ослабевает с возрастом и не способен бороться так, как он это делал в прошлом.

Возможно самым беспокоящим является то, что люди, живущие в городах или пригородах, просто вынуждены вдыхать отравленный воздух — автобусы, грузовики, такси, фургоны и прочие транспортные средства изрыгают клубы дизельных испарений, выхлопных газов. Засоряют атмосферу и небольшие производства, вроде химчисток и пекарен, и крупные, такие как коммунальные предприятия, сталелитейные и бумажные заводы — все они производят сажу и копоть. И среди этого живут бедняки и бездомные, которые не могут позволить себе лечение хронических респираторных заболеваний и тем более приобретение жилья за городом.

Пришло время покончить с этой несправедливостью. Мы призываем взимать с «пользователей атмосферы» плату, которая будет учитывать социальную или, другими словами, настоящую стоимость продукции. Эти выплаты должны направляться на разработку чистой, возобновляемой энергии для применения на транспорте, в производстве и домах, давая каждому то качество жизни, которое ему полагается — чистый воздух, которым можно дышать, и окружающую среду, безопасную для человека.



18
ПОДВОДЯ ИТОГИ

В предыдущих главах было показано, что ископаемые топлива сегодня являются основными виновниками всех бед окружающей среды. Они загрязняют воздух, воду и почву, вызывают кислотные дожди и парниковый эффект, наносят невосполнимый ущерб климату планеты. Мы также рассказали, что солнечно-водородная энергетическая система, которая поможет решить эту проблему, чиста и экологически безопасна. Солнечного света и водорода достаточно, поэтому, когда мы перейдем на новую энергетическую систему, нам больше не придется переключаться ни на какую иную.

Если солнечно-водородная система так чудесна, а ископаемые топлива несут столько бед, почему же мы не используем полученный с помощью солнца водород до сих пор? Причина заключается в нашей нынешней экономической системе, в том, что за использование ископаемого топлива, а значит и за экологический ущерб, не приходится платить. Международный рынок пока тесно связан с ископаемыми видами топлива и работает против альтернативных источников энергии, даже водорода.

А во сколько же оценить болезни, вызываемые ископаемыми топливами, такие как гнойная пневмония, эмфизема, рак легких, кожи и так далее? Какова цена потери лесов, рыбы в озерах и реках, сколько стоит загаженный океан? Экосистема Земли хрупка и сама по себе может очиститься только в малой степени. Если же в ней произойдут изменения (посредством парникового эффекта) и естественный химический баланс нарушится (с помощью кислотных дождей), каким образом планета сможет помочь себе?

В зараженных океанах уже сегодня рыбы умирают от неизвестных болезней, киты выбрасываются на берег, сокращаются уловы. Если океан становится настолько загрязненным, что в нем нельзя плавать из-за боязни отравиться, неужели мы можем думать, что морская жизнь не страдает тоже? Разрушая водную экосистему, мы обрекаем на гибель и себя, поскольку вода и все живое в ней — неотъемлемая часть нашей жизни.

Во сколько же обходятся эти потери человеческому сообществу? Если мы к пугающей цене ущерба, наносимого ископаемыми топливами, добавим их стоимость, то начнем осознавать, насколько ужасающую ношу вынуждена нести наша планета, и во сколько нам обойдется ее очистка. Совершенно ясно, что планета нуждается в нашей помощи.

Ученые говорят, что уже в XXI веке человечество начнет ощущать недостаток жидких ископаемых топлив, которые являются еще и сырьем для производства множества продуктов — смазок, синтетических тканей, аспирина и прочих лекарств, чернил, красок — это лишь несколько названий из многих тысяч. Нам нужно с умом использовать оставшиеся ресурсы, чтобы будущие поколения не оказались лишенными их.

Выход из этого тупика найден — мы должны принять решение о переходе на альтернативную энергетическую систему.

Уже в начале XXI века вполне возможно начать производство, наладить транспортирование и способы хранения водорода в крупных масштабах. Можно разработать и начать выпускать специализированное оборудование для работы с водородом. И еще несколько десятилетий займет перевод заправочных станций, трубопроводов и топливовозов на полное обеспечение за счет солнечно-водородной энергетической системы. Это не так трудно, как кажется. Лучше делать это постепенно, чем



переходить на новую систему одним махом, ведь, если внезапно перейти с одного топлива на другое, то это вызовет финансовый хаос. И чем скорее мы начнем перемены, тем скорее мы сможем снизить и, возможно, даже исправить ущерб, нанесенный использованием ископаемого топлива.

Есть ли альтернатива

Осознав значимость проблемы, вы, очевидно, уже поняли, что мы просто обязаны перейти на солнечно-водородную энергетическую систему. Но, как это ни странно, многие желают, чтобы сегодняшняя система существовала вечно, невзирая на то, что запасы ископаемых топлив истощаются. Защитники использования ископаемых ресурсов считают, что можно перейти на производство синтетического топлива и синтетического газа из угля; когда закончится уголь или он станет слишком дорогим, можно использовать горючие сланцы и битуминозные пески; когда и их не останется, можно попробовать получать углерод из известняка и водород из воды для производства все того же синтетического топлива и газа; когда закончится известняк (и исчезнут некоторые горы), мы сможем добывать углерод из углекислого газа и, опять же, водород из воды для получения синтетических углеводородов. Вот такими способами, по словам защитников ископаемых топлив, у нас их окажется достаточно, чтобы использовать вечно или достаточно долгое время.

Активно выступающие за ископаемые топлива не упоминают о том, что производство синтетического топлива и газа при этом будет чрезвычайно дорогим, о том, во сколько будет обходиться постоянное восстановление ущерба окружающей среде, нанесенного этими топливами. Все эти затраты лягут на наши плечи: тут и походы по докторам с непроходящим кашлем, и постоянная перекраска машины, на которой вечно появляются пятна ржавчины из-за загрязненного воздуха и кислотных дождей, и многое другое.

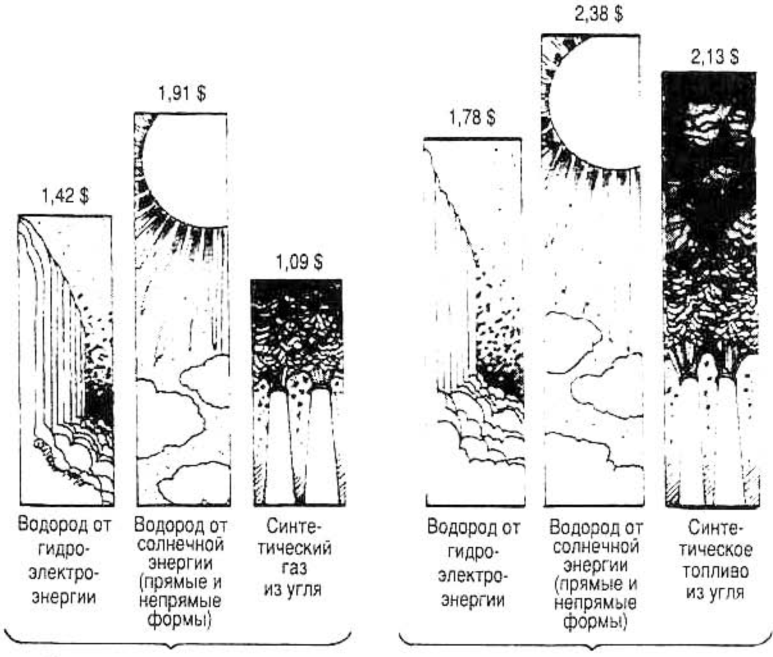
Таким образом, для постископаемой эры возможны лишь два альтернативных решения — синтетические ископаемые топлива и солнечно-водородная энергетическая система. Следовательно, нам нужно сравнить их по стоимости производства, экологической безопасности и эффективности использования.

Стоимость производства

Конечно, стоимости производства синтетических топлив (жидкого и газообразного) и солнечного водорода (рассматривая его тоже как синтетическое топливо, только не производящее загрязнение) должны сравниваться в свете обеспечения мировых энергетических потребностей.

Как мы узнали ранее, водород можно производить с помощью солнечной энергии разными способами — прямым нагревом, термохимическим, электролитическим и фотолитическим. Но из всех прямых и непрямых видов использования солнечной энергии самым дешевым на сегодняшний момент оказывается водород, полученный посредством гидроэлектроэнергии (непрямой формы потребления энергии Солнца). Проводя сравнение, мы будем учитывать только синтетические топлива, полученные из угля, поскольку топлива, произведенные из горючих сланцев и битуминозных

Стоимость производства синтетических топлив в количестве, эквивалентном 1 галлону бензина (на 1990 г.)



песков, гораздо дороже, а произведенные из известняка и водорода или углекислого газа, взятого из воздуха, и водорода из воды обойдутся во многократно бóльшие суммы.

Среди всех синтетических газов, синтетический природный газ самый дешевый, в то время как среди синтетических жидкостей, наименьшая стоимость у водорода, полученного с помощью гидроэлектростанций (как вы помните, жидкий водород — лучшее топливо для ракет и высокоскоростных реактивных двигателей). Глядя на диаграмму легко понять, какое топливо самое дешевое, однако не стоит забывать, что это только стоимость производства. Нужно помнить, что ископаемые топлива, даже синтетические, несут в себе скрытые экологические затраты. Если мы прибавим их, как высоко поднимутся соответствующие уровни цен?

Ущерб окружающей среде

Чтобы посчитать, во сколько обходятся топлива обществу, обязательно нужно учесть экологические последствия их применения. Для этого по всему миру проводятся исследования по оценке подобного ущерба.

Ископаемые топлива являются основной причиной разрушения биосферы (это та среда, где мы живем и дышим). Оценки только за 1990 г. показали, что в атмосферу было выброшено около 30 млрд т углекислого и других загрязняющих газов, копоти и пепла. Как мы узнали из предыдущих глав, все это разрушает окружающую среду, вызывает кислотные дожди и парниковый эффект. Добавьте к этому разливы и утечки, случающиеся при хранении и транспортировании, и ущерб, причиняемый людям и природе, становится просто громадным.

Другая форма причиняемого ископаемыми топливами ущерба — изуродованный открытой добычей угля ландшафт. Согласно отчетам, только американское правительство потратило за период с 1980 по 1989 г. 19 млрд долл. на восстановление земель после открытой добычи ископаемых. За то же время промышленность потратила аналогичную сумму.

Когда из-за загрязнения сельскохозяйственные земли становятся непахотными, социальные потери связаны не только с восстановлением сельскохозяйственных угодий, но и с затраченным на это временем.

Отчеты показывают, что озон, образовавшийся на уровне земли при взаимодействии выхлопных газов с солнечным

светом, приводит к снижению сахаристости винограда и, следовательно, уменьшению производства вин. Кроме того подсчитано, что озон ответственен за 5 %-ное снижение сельскохозяйственной продуктивности в США. Этого вполне достаточно, чтобы покрыть потребности в продовольствии таких стран, как Бразилия и Мексика вместе взятых.

Уже сейчас заметно разрушительное воздействие загрязнения на леса. По мере того, как кислотные осадки впитываются в почву, они начинают растворять металлы и другие вещества, которые не растворяются нормальной дождевой водой. Такие растворы, в особенности содержащие алюминий, чрезвычайно токсичны для корней молодых деревьев.

Ущерб причиняется и морям. Нефть, проливаемая в морскую и океанскую воды различными кораблями, в особенности танкерами, загрязняет и их, и побережья, приводя к потерям в миллиарды долларов. В 1978 г. танкер «Амоко Кадиз», на борту которого было 270 млн л сырой нефти, потерпел крушение у берегов Британии. Ущерб от этого разлива нефти составил 1,5 млрд долл. Еще одна катастрофа произошла в ноябре 1982 г., когда разбился «Глоуб Асими» и около 22 млн л нефти вылилось на балтийское побережье Советского Союза, потерявшего при этом 900 млн долл. Позднée (1989 г.) крушение «Эксон Вальдез» на Аляске обошлось, согласно оценкам, в 11 млрд долл., и никто не знает, какова цена ущерба от огромных количеств нефти, попавших в Персидский залив во время войны 1991 г. Аварии на морских буровых платформах и сброс танкерами балластной или трюмной воды в море постоянно увеличивают его загрязнение.

Однако ущерб, вызываемый загрязнением, и все связанные с ним проблемы проявляются постепенно, так что большинство из нас их не замечает. Особенно важной является проблема повышения уровня морей. Реальность этого явления установлена на основании данных, собранных по всему миру. Причина заключается в таянии ледников и полярных ледяных шапок. Повышение температуры, вызывающее его, есть результат парникового эффекта, который, в свою очередь, можно прямо отнести на счет все увеличивающегося количества выбрасываемого в атмосферу углекислого газа. Ученые установили, что скорость повышения уровня морей составляет примерно 1 см/год и будет увеличиваться, потому что всякое заметное потепление и последующее увеличение площади морей может вызывать бы-

строе разрушение и таяние громадного антарктического ледяного щита. Ущерб от этого будет неисчислим, поскольку пострадают крупнейшие, наиболее плотно заселенные и богатые города мира, затопятся наиболее плодородные земли, такие как громадные речные дельты в Египте, Бангладеш и Луизиане.

Парниковый эффект, вызванный увеличением количества углекислого и других газов в атмосфере, может привести к другим серьезным последствиям. Результатом повышения температуры может стать последующее увеличение площади пустынь. Умеренные климатические пояса станут субтропиками, а холодные районы — умеренными. Это, в свою очередь, будет способствовать смещению зон, пригодных для сельского хозяйства, на север и юг в соответствующих полушариях, туда, где земли могут оказаться не столь плодородными или вовсе непригодными для земледелия. В конечном итоге площадь сельскохозяйственных земель сократится, в то время как население земного шара продолжает расти.

Загрязнение оказывает малозаметное, но опасное воздействие на людей. Хотя многие болезни, вызываемые кислотными дождями и грязью в воздухе уже исследованы с точки зрения их лечения и предупреждения, траты на это не покрывают психологического ущерба, неудобства людей и просто человеческого несчастья, связанного с ними. Люди страдают, когда им больно, а несчастливые не так работоспособны и продуктивны. Никто даже не пробовал оценить эти потери.

Еще один фактор, который пока никем не принимается во внимание — защита поставщиков нефти от политических неурядиц. Например, расходы на войну в Персидском заливе 1991 г. были покрыты не нефтяными компаниями, а налогами с простых людей.

Ученые попытались подсчитать, во сколько обходится ущерб, наносимый окружающей среде. Все факторы, разумеется, учесть невозможно, однако ущерб от применения ископаемых топлив, заключающийся в увеличении температуры планеты, повышении уровня океанов, разрушении побережья и пляжей, ущерб от добычи ископаемых открытым способом, ущерб, наносимый лесам, животным, людям, водам, зданиям, фермам и т.д. — все это можно оценить не менее чем в 1,30 долл. США (на 1990 г.) за галлон (3,785 л) нефти или эквивалентное количество другого топлива. Не забывайте, что это, в конце концов,

оплачивается всем обществом. Если мы сейчас не начнем исправлять ситуацию, будущим поколениям придется платить куда бóльшую цену за возмещение этого ущерба. А часть его и вовсе может оказаться неисправимой.

Результат подсчета оказывается весьма интересным. Средняя стоимость бензина в США за 1990 г. составляла около 1 долл. за галлон. Однако оказывается, что на самом деле обществу он обходился в 2,30 долл. Таким образом, уже сегодня социальная стоимость солнечного водорода примерно на 40 центов меньше, чем бензина.

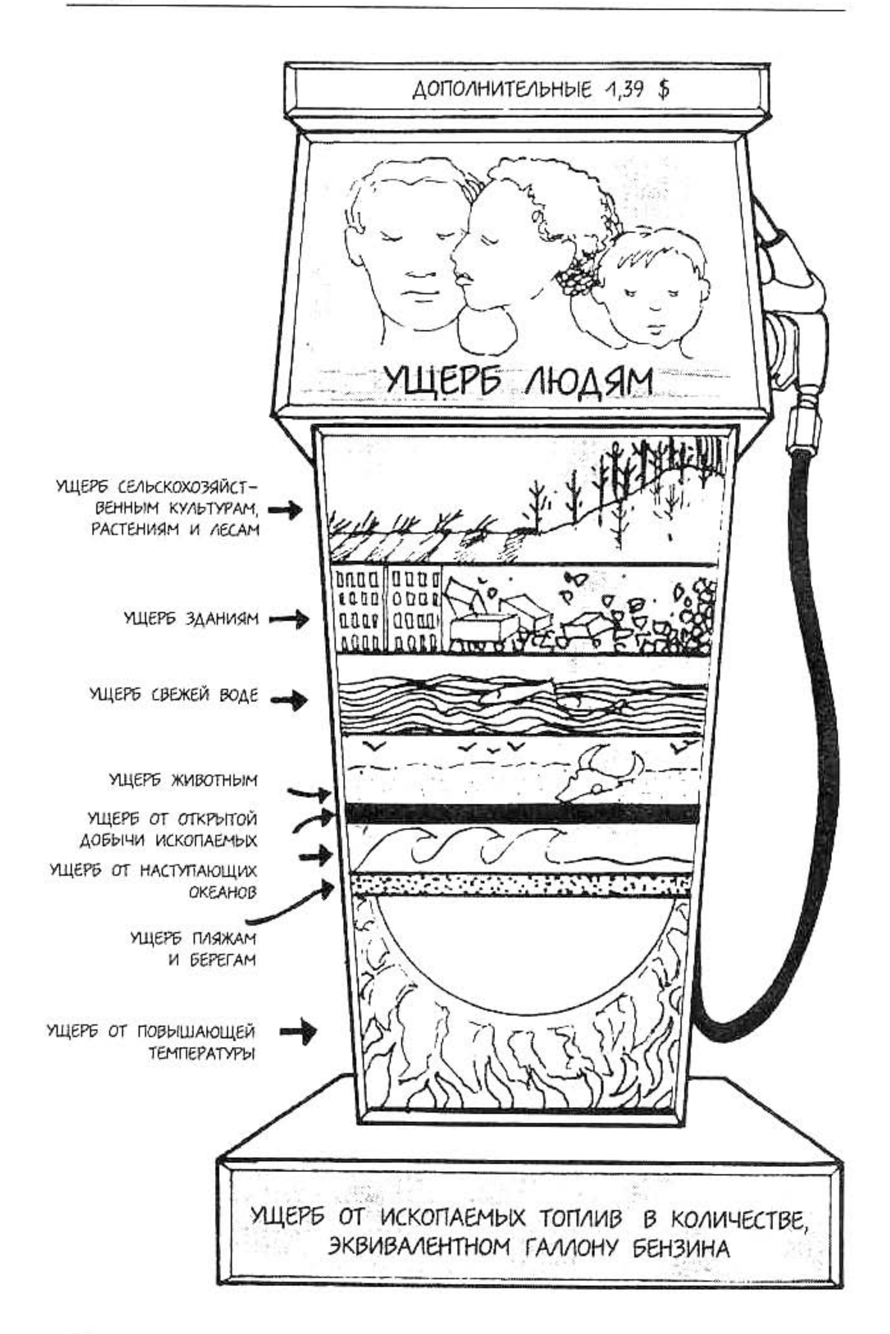
Насколько они эффективны

Сравнивая синтетические ископаемые топлива с водородом, важно сопоставить их эффективность с точки зрения потребителя, для которого важно, чтобы топлива могли производить энергию в различных формах — механической в автомобиле, электрической на электростанции и тепловой в печи. Исследования показывают, что для большинства приложений водород может быть превращен в необходимую форму энергии с бóльшей эффективностью, чем ископаемые или синтетические топлива. Другими словами, использование водорода в качестве топлива приведет к заметной экономии энергии из-за более высокого коэффициента полезного действия.

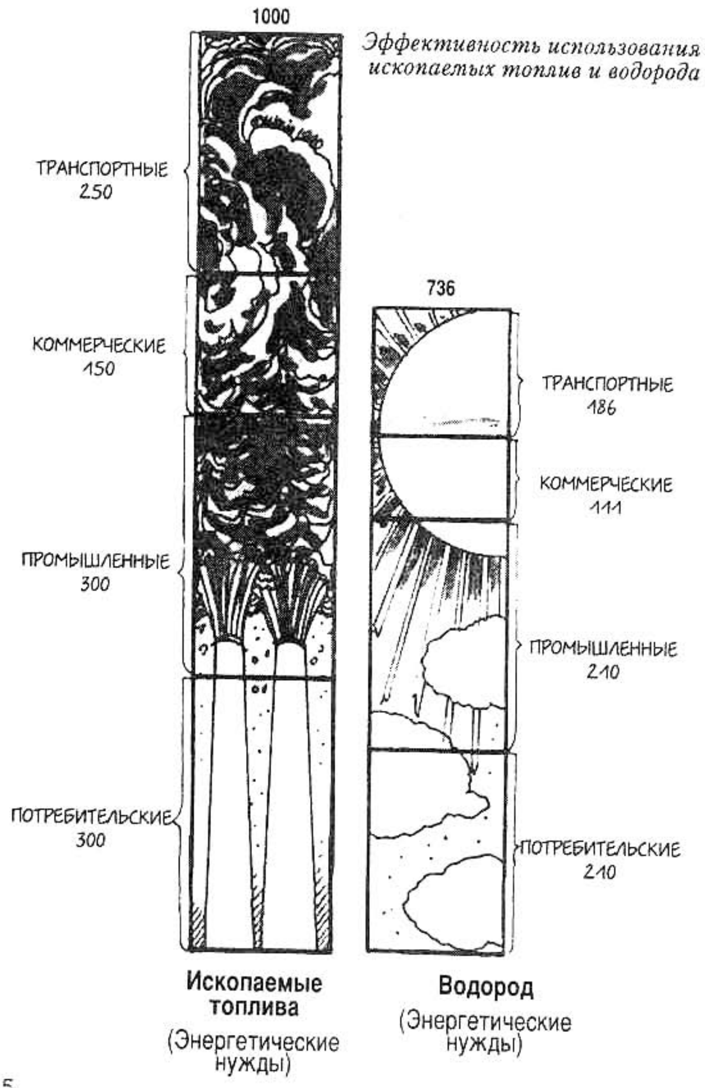
Если мы возьмем 1000 единиц энергии от синтетического топлива и затратим их на то, чтобы покрыть транспортные, коммерческие, промышленные и потребительские нужды, то увидим, что нам понадобится соответственно 250, 150, 300 и еще раз 300 единиц энергии. В то же время для удовлетворения тех же самых нужд нам потребуется всего 736 единиц водородной энергии — 186 на транспорт, 111 — на коммерцию, 210 — на промышленность и 229 — на потребительские нужды, т.е. «эффективность водородных энергетических единиц» налицо .

Общественные затраты

Из предыдущих разделов мы узнали о том, во что обходятся обществу синтетические топлива. Мы также знаем, что для получения настоящей стоимости синтетических ископаемых топлив, необходимо прибавить к затратам на их получение еще и стоимость ущерба, наносимого ими окружающей среде.

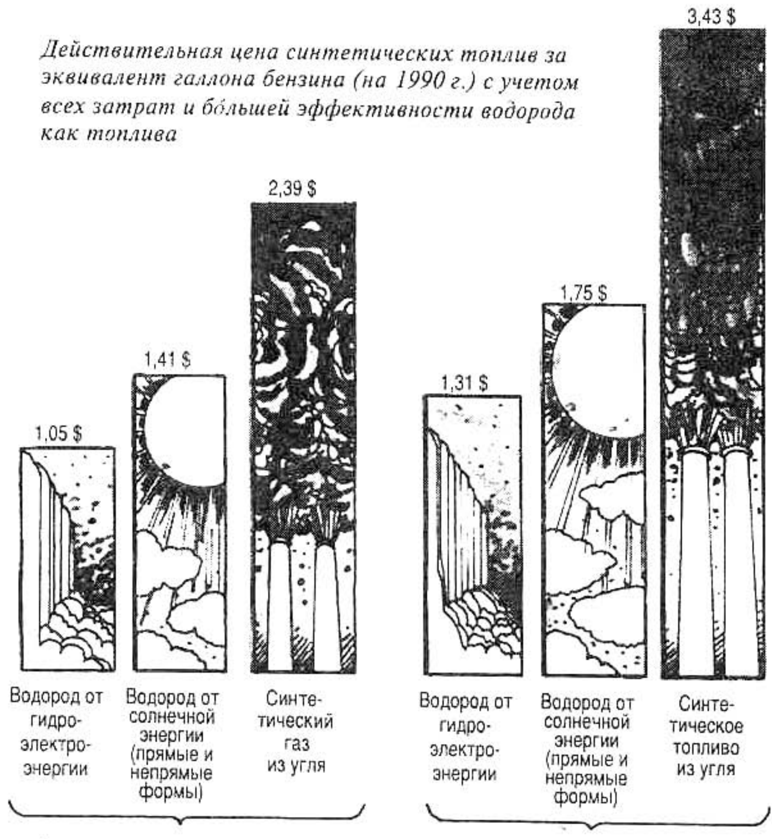

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ 1,39 $
УЩЕРБ ЛЮДЯМ
УЩЕРБ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТ-ВЕННЫМ КУЛЬТУРАМ, РАСТЕНИЯМ И ЛЕСАМ
УЩЕРБ ЗДАНИЯМ
УЩЕРБ СВЕЖЕЙ ВОДЕ
УЩЕРБ ЖИВОТНЫМ
УЩЕРБ ОТ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ ИСКОПАЕМЫХ
УЩЕРБ ОТ НАСТУПАЮЩИХ ОКЕАНОВ
УЩЕРБ ПЛЯЖАМ И БЕРЕГАМ
УЩЕРБ ОТ ПОВЫШАЮЩЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ
УЩЕРБ ОТ ИСКОПАЕМЫХ ТОПЛИВ В КОЛИЧЕСТВЕ, ЭКВИВАЛЕНТНОМ ГАЛЛОНУ БЕНЗИНА

В то же время от водорода, полученного с использованием как прямых, так и непрямых форм солнечной энергии, нет никакого экологического ущерба. Так что нет и дополнительных затрат от использования самой энергии Солнца и энергетического посредника — водорода. Конечно, стоит еще



учесть и тот факт, что водород более эффективен как топливо и в виде газа, и в виде жидкости. Другими словами, чтобы произвести то же количество работы с помощью водорода, нам понадобится на 26 % меньше топлива.

Если мы будем измерять его галлонами или литрами, как мы это делаем с обычным горючим, тогда полученный с помощью гидроэлектроэнергии водород окажется самым дешевым из всех, учитывая, разумеется, все затраты и бóльшую эффективность водорода как топлива — 1,05 долл. за условный галлон топлива (эквивалент галлона бензина в ценах 1990 г.). Синтетический газ окажется более чем в 2 раза дороже — 2,39 долл., причем, его цена также превосходит (почти на 70 %) и стоимость водорода (1,41 долл. за галлон), полученного с помощью



прямых и непрямых форм солнечной энергии, иных, чем гидроэлектроэнергия. Если рассмотреть жидкие топлива, то водород от гидростанций будет самым дешевым — 1,31 долл., за ним следует водород из других источников солнечной энергии — 1,75 долл. Синтетическое топливо самое дорогое — 3,43 долл., т.е. в 2—2,5 раза дороже водорода.

Есть еще один путь оценки социальной стоимости топлива — рассмотреть энергетические сценарии будущего.

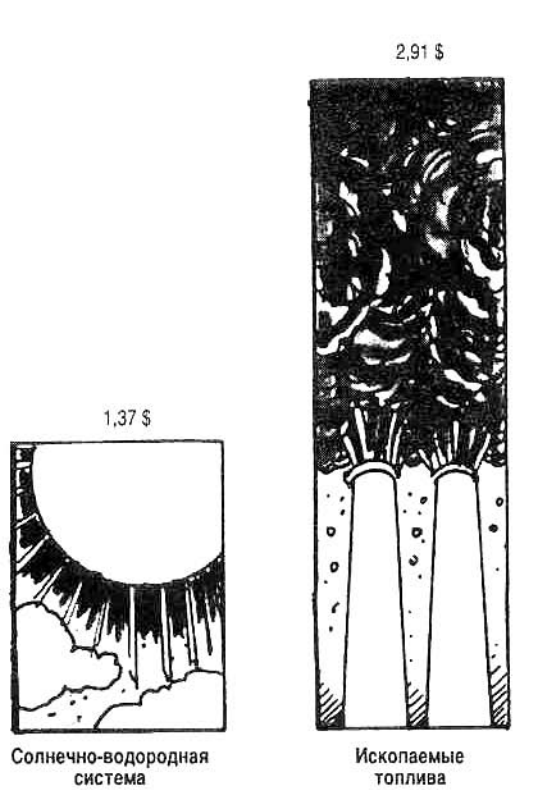
Мы можем продолжить пользоваться современной системой, основанной на ископаемых топливах, удовлетворяя наши потребности наполовину синтетическим природным газом, наполовину синтетическим жидким топливом. Последнее может быть использовано в автомобилях, самолетах, поездах и т.д., а газ можно применять там же, где сейчас мы пользуемся обычным природным газом, например, в отоплении и для приготовления пищи.

Мы можем перейти на солнечно-водородную энергетическую систему. Предположим, что 25 % энергетических потребностей будут покрываться жидким водородом, например, на воздушном и космическом транспорте. Остальные нужды будут удовлетворены газообразным водородом, при этом треть



его будет производиться на гидроэлектростанциях, а остальная часть — с помощью солнечной энергии в ее прямой и непрямой формах. И тогда, сравнив реальные стоимости, мы увидим распределение цен.

Мы увидим, что энергетический сценарий, основанный на синтетических ископаемых топливах, обойдется обществу в сумму, эквивалентную 2,91 долл. за галлон условного топлива. При использовании водорода его цена будет равна всего 1,37 долл. Другими словами, использование синтетических топлив, как жидких так и газообразных, обойдется нам более чем вдвое дороже солнечно-водородной энергетической системы.



Сравнение солнечно-водородной энергосистемы и энергосистемы, основанной на ископаемых топливах: действительная стоимость энергии в пересчете на галлон бензина

Энергетическо-экологическая резолюция

Когда преимущества солнечно-водородной энергетической системы доносятся до вершителей судеб мира, законодателей и правительственных чиновников, они обычно отвечают: «Водород — это звучит неплохо, но он значительно дороже нефти. Пусть свободный рынок решит сам, какой должна быть энергетическая система». Это был бы хороший ответ, если бы конкуренция была честной, но в настоящее время это не так. Правила игры благоприятствуют низким ценам на нефть, безотносительно к экологическим последствиям. Нам нужны честные законы, которые будут учитывать не только цены на производство, но и стоимость ущерба окружающей среде. Производители ископаемых топлив должны отвечать за последствия их применения.

Чтобы как можно яснее выразить эти идеи, 65 специалистов по энергетике и охране окружающей среды со всего мира во главе с профессорами Везироглу и Бокрисом составили документ «Энергетическо-экологическая резолюция».

ЭНЕРГЕТИЧЕСКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РЕЗОЛЮЦИЯ

Поскольку страны мира борются за улучшение своих стандартов жизни и, таким образом, они в долгосрочной перспективе должны увеличивать свое энергопотребление в дополнение ко всем соответствующим усилиям по энергосбережению;

поскольку в настоящее время основными источниками энергии являются ископаемые топлива;

поскольку запасы ископаемых топлив конечны и в конце концов иссякнут, а снижение производства ожидается уже в начале XXI века;

поскольку благоразумие требует запланировать и начать переход на будущую энергетическую систему с использованием остающихся ископаемых ресурсов (и прочих традиционных ресурсов, таких как атомная энергия и т.д.), для того чтобы перемены были плавными и заняли примерно половину столетия или около того;

поскольку благоразумно сберечь уменьшающиеся запасы ископаемых для нетопливных нужд (таких как смазки, синтетические волокна, пластики и удобрения), для которых может не найтись достойной замены;

поскольку продукты сгорания ископаемых топлив причиняют все возрастающий ущерб нашей биосфере (единственному известному нам месту во Вселенной, где возможна жизнь) и всему живому посредством загрязнения, кислотных дождей, CO_2 и канцерогенов;

поскольку продукты сгорания и их пагубные последствия не имеют границ;

поскольку предельно важно сохранить биосферу чистой и пригодной для жизни, и, значит, источники и носители энергии должны быть настолько экологически чисты, насколько это возможно;

поскольку существуют «чистые» первичные источники энергии;

поскольку существует потребность в двух видах энергоносителей, а именно: в электричестве (покрывающем 1/4 часть потребностей) и топливе (примерно 3/4 нужд);

поскольку существуют технологии производства и утилизации максимально мягкого к окружающей среде топливного энергоносителя — водорода;

поскольку для того, чтобы продукты деятельности человека не вредили биосфере и не угрожали жизни, необходима *саморегулирующаяся система.*

Настоящим постановляется:

Как при прямом использовании, так и при производстве и утилизации энергоносителей нужно нести ответственность за вред, который они причиняют биосфере и жизни.

Цена на каждый продукт должна учитывать «экологическую надбавку», покрывающую ущерб окружающей среде.

Экологическая наценка должна использоваться соответствующими уполномоченными лицами для возмещения ущерба биосфере, жизни и сооружениям для покрытия расходов на медицинское обслуживание, реконструкцию, социальную помощь, выплаты компенсаций пострадавшим.

Этот вопрос должен решаться на основе международной кооперации, чтобы существовала уверенность в справедливом и равном распределении экологической наценки.

Исполнение вышесказанного принесет следующие долгосрочные и глобальные выгоды:

даст гарантии того, что в конце концов современная система энергообеспечения, основанная на ископаемых топливах, будет заменена экологически чистой и согласованной энергетической системой — Водородной Энергетической Системой;

даст гарантии того, что невозобновляемым первичным источникам энергии (ископаемым, ядерным и т.д.) есть замена, переход к которой возможно осуществить без потрясений;

даст гарантии того, что запасы ископаемых будут сохранены для нетопливных применений, которым может не оказаться замены;

стимулирует экономическое развитие по всему миру и международное согласие, поскольку потребуется все меньше и меньше непроизводительной работы по возмещению ущерба окружающей среде;

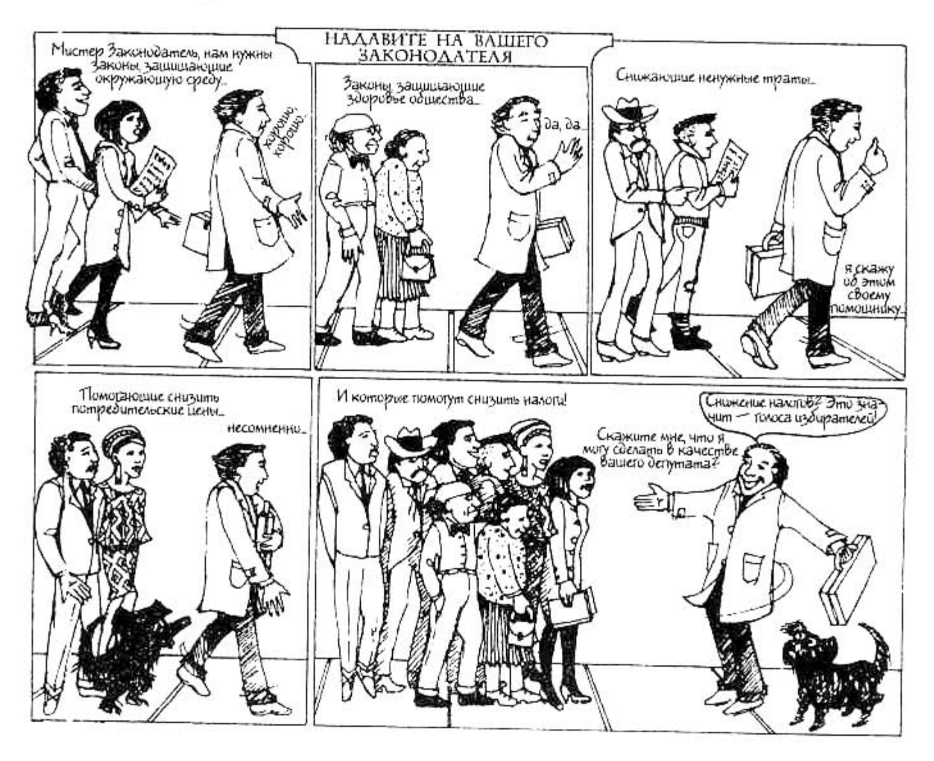
спасет биосферу и саму жизнь от вымирания и даст гарантии того, что продукты, методы их производства и утилизации будут экологически совместимы.



Принципы, выраженные в резолюции, уже осуществляются в малых масштабах. Например, если отходы предприятия причиняют ущерб фермам вокруг него, фермерам выплачивается компенсация. Мы же предлагаем применять данные принципы повсеместно, и не только по отношению к непосредственному и заметному сразу ущербу, такому как утечка газа или разлив нефти, но также и ущербу длительного действия, который может проявиться вдали от своего источника и через некоторое время, как, например, исчезновение сахарных кленов в результате кислотных дождей. В рамках такой системы при подсчете цены продукта будет учитываться наценка, покрывающая экологические последствия его производства и применения. Эта наценка потом может быть использована соответствующими властями для компенсации нанесенного загрязнением ущерба биосфере, на покрытие медицинских издержек, реконструкцию, социальные затраты и компенсацию пострадавшим. Если «плата за загрязнение» станет правовой нормой, в разработку чистых и безопасных топлив начнут инвестировать куда больше денег, и тогда солнечно-водородная энергетическая система станет очевидным выбором. Со временем это приведет к тому, что все продукты будут стараться делать экологически чистыми и безопасными для окружающей среды, что спасет биосферу от медленного умирания и сохранит жизнь животным и растениям на нашей планете, а также повысит уровень и продолжительность жизни людей.

Таким образом, мы просим вас, читателей, и общество в целом, воздействовать на законодателей и правительственных чиновников, чтобы они принимали законы, следующие принципам этой резолюции. Вы просто должны объяснить, что это:

- защитит окружающую среду;
- сохранит здоровье общества;
- уменьшит бесполезные траты;
- создаст стимулы к тому, чтобы товары и производственные процессы стали совместимыми с окружающей средой;
- позволит сократить затраты конечного потребителя, что означает снижение налогов, поскольку постепенно исчезнут бессмысленные траты на возмещение ущерба окружающей среде и затраты на здравоохранение, связанные с загрязнением.



Солнечно-водородная энергетическая система — это идея, время которой пришло. Дороги назад нет. У нас нет никаких сомнений, что она восторжествует, и Земля получит энергетическую систему, поддерживающую экосистему. И, как вы видите, все находится в ваших руках.

Рекомендуемая литература

Книги на русском языке, в которых отражены различные аспекты водородной энергетики и технологии:

1. **Шпильрайн Э.Э., Малышенко С.П., Кулешов Г.Г.** Введение в водородную энергетику. М.: Энергоатомиздат, 1984.

2. **Водород:** свойства, получение, хранение, транспортирование, применение: Справочник / Под ред. Д.Ю. Гамбурга и Н.Ф. Дубовкина. М.: Химия, 1989.

3. **Лидоренко Н.С., Мучник Г.Ф.** Электрохимические генераторы. М.: Энергоиздат, 1982.

4. **Хмыров В.И., Лавров Б.Е.** Водородный двигатель. Алма-Ата: Наука, 1981.

5. **Мищенко А.И.** Применение водорода для автомобильных двигателей. Киев: Наукова думка, 1984.

6. **Атомно-водородная энергетика и технология**. Вып. 1–8. М.: Атомиздат, 1978—1988.

7. **Внимание**, газы: криогенное топливо для авиации / В. Андреев, В. Борисов, В. Климов, В. Малышев, В. Орлов. М.: Московский рабочий, 2001.

Научно-популярное издание

БОКРИС Джон О'М., ВЕЗИРОГЛУ Неджат Т., СМИТ Дебби

СОЛНЕЧНО-ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГИЯ.
Сила, способная спасти мир

Перевод с английского *Д.О. Дунникова*
Редактор *Г.Ф. Раджабова*
Обложка *А.Ю. Землеруба*
Технический редактор *З.Н. Ратникова*
Корректор *В.В. Сомова*

Набор и верстка выполнены на компьютерах Издательства МЭИ
Оператор *В.В. Пак*

ЛР № 020528 от 05.06.97

Подписано в печать с оригинала-макета 11.12.02		Формат 60×90 1/16.
Бумага офсетная.	Гарнитура Таймс.	Печать офсетная.
Усл. печ. л. 10,25.	Усл.-кр. отт. 11,0.	Уч.-изд. л. 7,7.
Тираж 1000 экз.	Заказ 75 .	С-025

Издательство МЭИ, 111250, Москва, Красноказарменная ул., 14

Отпечатано в ОАО «Московская типография № 9»
109033, Москва, Волочаевская ул., д. 40
Телефон (095) 362-89-59